COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 FÉVRIER 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque sur un passage de la Lettre de M.* Genocchi, *insérée dans le* Compte rendu *de la dernière séance* (1); par M. **Puiseux**.

« M. Genocchi semble dire, dans sa Lettre, que j'aurais désigné Cauchy comme n'ayant pas indiqué avec exactitude les conditions sous lesquelles subsiste le développement d'une fonction implicite. Si l'on veut bien relire le Rapport cité par M. Genocchi (*Comptes rendus,* t. LXXVI), on verra que je signale, à la page 316, une certaine distinction comme *n'ayant pas toujours été formulée assez nettement;* mais, dans ma pensée, cette critique ne s'adressait nullement à l'illustre analyste qui a porté la lumière dans la théorie du développement des fonctions en séries. »

(1) Page 315 de ce volume.

ASTRONOMIE. — *Lettre de* M. **Janssen** *à M. Dumas, Président de la Commission du Passage de Vénus.*

« Observatoire de Kompira-Yama, le 10 décembre 1874.

» Vous avez appris, par mes deux télégrammes du 9 et du 10 décembre (1), que nous avons observé le passage.

» Je vous dirai maintenant, monsieur le Secrétaire perpétuel, que, bien que le temps n'ait pas été complétement favorable, et que nous n'ayons pas obtenu autant de photographies qu'il eût été désirable, nous devons nous estimer très-heureux d'avoir pu observer les deux contacts intérieurs, et obtenu en somme le plus important. Cette année a été exceptionnellement pluvieuse au Japon, et peu après notre arrivée j'ai été extrêmement anxieux sur l'issue de l'expédition. Aussi ai-je rassemblé sur les diverses villes pouvant nous offrir les chances les moins défavorables tous les documents météorologiques recueillis, soit par le gouvernement, soit par les Observatoires, les Européens résidants, et même par les natifs. L'examen de ces documents ne tarda pas à me montrer que Yokohama nous offrait bien peu de chances favorables. Kobé, dans la mer Intérieure, et Nagasaki au sud-ouest, nous étaient indiqués comme jouissant en hiver d'un meilleur climat, et, à cet égard, tous les avis compétents étaient unanimes. Je demandai donc à M. Lespès, commandant de la station du Japon, en exécution des ordres qui lui avaient été donnés, de vouloir bien nous conduire à Kobé. Nous fîmes le voyage sur l'aviso à vapeur le *d'Estrées*, commandé par M. le capitaine de frégate Joncla. A Kobé, je poursuivis activement mes informations; elles nous confirmèrent dans la résolution que nous avions prise de quitter Yokohama. Entre Kobé et Nagasaki, la différence

---

(1) 9 *décembre* 1874, *à* 6h 20m *du soir. — Secretary Sciences Academy and Instruction Minister; Paris.*

« Transit observed and contacts obtained and determined by revolver photographic. Fine images in our telescops, no ligament. Venus seen over sun's corona. Glass photographics and silver plaques. Clouds at intervals. Two members our mission observed with successful at Kobe. — Janssen. »

10 *décembre* 1874, *à* 10 *heures du matin. Secretary Academy, Bureau Longitudes and public Instruction Minister; Paris.*

« Telegr. sent yesterday. — Transit observed at Nagasaki and Kobe, interior contacts. No ligament, photographies, revolver, several clouds during transit. Venus seen over corona before contact, give demonstration atmospher coronale existence. — Janssen. »

était faible, cependant Nagasaki paraissait préférable, et c'est ainsi qu'en avaient jugé les Américains qui s'y étaient établis. D'un autre côté, les circonstances astronomiques du passage y étaient plus avantageuses (Soleil plus élevé qu'à Kobé et surtout qu'à Yokohama). Je me décidai donc pour Nagasaki; mais le beau temps n'étant nullement assuré, même dans cette dernière ville, je résolus d'avoir aussi un poste d'observation à Kobé. Ce partage, qui était possible en raison de notre personnel et de nos nombreux instruments, nous assurait toutes les chances possibles de succès.

» Le 24 octobre 1874, le *d'Estrées* nous débarquait à Nagasaki. Après nous être mis en rapport avec les autorités et avec la Commission américaine, nous nous occupâmes de l'emplacement de notre observatoire. Nous l'établîmes à Kompira-Yama (1), sur une haute colline qui domine la rade. Cette situation était convenable sous tous les rapports. Site élevé au-dessus des vapeurs de la ville, route existante, proximité des habitations et ressources de tous genres. La grande difficulté était de transporter à cette hauteur les deux cent cinquante caisses ou colis formant notre bagage. Cinq cents porteurs environ effectuèrent ce travail. En même temps une centaine de charpentiers et de terrassiers préparaient le terrain, y élevaient des cabanes, et notre installation marcha très-rapidement. Le temps, beau d'abord, se gâta ensuite tout à fait. Des orages violents, des rafales venaient contrarier nos travaux et compromettre même notre établissement. Pendant une violente bourrasque, l'équatorial de M. Tisserand fut renversé, sa lunette et son micromètre brisés. Heureusement j'avais avec moi ma lunette de 6 pouces, qui me servait dans l'Inde en 1868, lunette que je destinais à des observations spectrales pendant le passage. En sacrifiant ces observations, je fus heureux de pouvoir mettre M. Tisserand en état de réparer ce malheur, qui l'eût mis hors d'état d'observer. Du reste, nous avions avec nous un outillage très-complet, forge, tour, etc., qui nous fut de la plus haute utilité pour mettre en état nos instruments. Après cette période fâcheuse, le temps se remit, et nous pûmes commencer l'étude des instruments, faire les observations préparatoires, et exercer chacun au rôle qui lui était assigné. En se servant du cercle méridien que le Bureau des Longitudes nous avait prêté, M. Tisserand détermina la latitude de Nagasaki, et obtient en ce moment une longitude qui sera très-probablement plus exacte que celle qui nous a été donnée par M. Ward. M. Picard était chargé de l'appareil photographique de la Commission; M. d'Al-

(1) Montagne de Kompira, dieu des typhons.

meida dirigeait l'appareil à revolver pour la photographie des contacts; M. Arens dirigeait toute la partie photographique, et spécialement celle de l'équatorial photographique. Les deux timoniers Michaut et Mercier nous assistaient avec zèle et intelligence.

» Cependant, dès le milieu de novembre, je préparais l'expédition de Kobé. Les instruments qui devaient y être envoyés étaient essayés, réglés, et les observateurs exercés. M. Delacroix, enseigne de vaisseau, emportait une lunette de 6 pouces de Bardou pour faire l'observation astronomique; M. Chimizou avait une excellente lunette photographique (1) qui avait été rigoureusement réglée; deux chronomètres complétaient leur bagage. Le gouvernement japonais nous donna la franchise télégraphique, et fit construire, à ses frais, des bouts de ligne nécessaires pour mettre directement en rapport l'Observatoire de Nagasaki et celui de Kobé. Cette facilité nous permit de régler les chronomètres de Kobé sur ceux de Nagasaki où se trouvent nos instruments méridiens.

» J'arrive maintenant au jour du passage.

» Je dois dire que, quelques jours avant le phénomène, nos craintes avaient augmenté. Cependant, dans la matinée du 9, le temps fut assez beau, quoique le ciel fût un peu voilé. Le premier contact fut obtenu par M. Tisserand et par moi. Dans l'équatorial de 8 pouces, dont la lunette est très-bonne, l'image de Vénus se montra très-ronde, bien terminée, et la marche relative du disque de la planète, par rapport au disque solaire, s'exécuta géométriquement sans aucune apparence de ligament ni de goutte. Mais il s'écoula un temps assez long entre le moment où le disque de Vénus paraissait tangent intérieurement au disque du Soleil, et celui de l'apparition du filet lumineux. Il y a là une anomalie apparente qui, pour moi, tient à la présence de l'atmosphère de la planète. J'ai fait prendre une photographie au moment où le contact paraissait géométrique, et sur cette épreuve le contact n'a pas encore lieu. M. d'Almeida a obtenu une plaque de quarante-sept photographies du bord solaire, qui conduit aux mêmes conclusions.

» Je compte discuter ces résultats qui me paraissent conduire à d'importantes conséquences.

» Après le premier contact intérieur, M. Picard et M. Arens prirent chacun à leur instrument autant de photographies qu'il leur fut possible, mais les nuages y mirent un grand obstacle. Enfin, vers l'instant du second

(1) Celle de Steinheil.

contact intérieur, une éclaircie presque providentielle se produisit sur le Soleil, et nous pûmes, M. Tisserand et moi, prendre l'instant de ce contact qui fut obtenu avec précision. Le ciel était tout à fait couvert au moment du dernier contact extérieur, qui, du reste, a peu d'importance.

» Pendant le passage même, nous recevions des nouvelles de Kobé, nous savions que les deux premiers contacts y avaient été observés, qu'une quinzaine de photographies y avaient été prises, et enfin, peu après notre observation, M. Delacroix m'annonçait qu'il avait obtenu les derniers contacts, le dernier seul incertain.

» Telle a été, d'une manière générale, le résultat de nos observations. Nous aurions eu incontestablement des résultats plus complets avec un ciel plus pur et plus constant; mais mon expérience des voyages m'a enseigné qu'il ne faut pas trop demander, et qu'on doit s'estimer heureux lorsque tant de fatigues, de peines, de sollicitudes, ne restent pas sans résultats. Du reste, dès le lendemain, la pluie qui reprenait violente et continue semblait témoigner que la Providence avait fait, au milieu de cette fâcheuse période, une courte trêve en notre faveur.

» Je ne dois pas terminer sans vous parler, M. le Secrétaire perpétuel, d'une observation qui se rattache à la couronne et à l'atmosphère coronale du Soleil.

» Avec des verres d'une coloration bleu violet, particulière et très-pure, j'ai pu voir Vénus avant qu'elle eût touché le disque solaire. Elle se détachait comme une petite tache ronde très-pâle. Quand elle commença à mordre sur le disque solaire, cette tache complétait le segment noir qui se trouvait sur l'astre radieux. C'était une éclipse partielle de l'atmosphère coronale. Cette observation prouve d'une manière toute naturelle et bien concluante l'existence de cette atmosphère lumineuse et l'exactitude de mes observations de 1871. J'ai vu Vénus depuis environ 2 à 3 minutes de distance du bord solaire.

» Nous travaillons à nos Rapports à l'Académie.

» Je ne dois pas terminer sans remercier ici le Gouvernement japonais de l'accueil si distingué que nous avons reçu de lui. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes généraux sur le déplacement d'une figure plane sur son plan;* par M. CHASLES.

« Les questions dont il s'agit embrassent cinq cas généraux relatifs aux deux conditions qui produisent le déplacement d'une figure sur son plan :

» 1° Deux points de la figure glissent sur deux courbes d'ordre quelconque; 2° une droite glisse sur une courbe, et un point de cette droite glisse sur une autre courbe; 3° un côté d'un angle glisse sur une courbe, et un point de son autre côté glisse sur une autre courbe; 4° les deux côtés d'un angle glissent sur deux courbes de classe quelconque; 5° enfin un point a d'une droite glisse sur une courbe, et la droite tourne autour de ce point de manière à être toujours oblique à la courbe, sous un angle constant, en ce point a.

» Dans chaque question il y a à déterminer l'ordre de la courbe décrite par un point quelconque de la figure, et la classe de la courbe enveloppe d'une droite quelconque.

» Quelques-unes de ces questions ont été traitées et reproduites souvent, mais seulement dans quelques cas très-particuliers relatifs à deux droites ou à une conique, et l'on ne connaît, je crois, qu'un seul théorème général relatif à deux courbes d'ordre m et m_1 dû à Steiner : c'est le premier théorème que je vais démontrer.

§ I. — DEUX POINTS a, a' GLISSENT SUR DEUX COURBES U_m, U_{m_1}.

» I. *Lorsque deux points* a, a′ *d'une droite glissent sur deux courbes* U_m, U_{m_1}, *cette droite enveloppe une courbe de la classe* $4mm_1$, *qui a une tangente multiple d'ordre* $2mm_1$ *à l'infini.*

$$\left.\begin{array}{lll} \mathrm{IX}, & m\,2m_1 & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & m_1\,2m & \mathrm{IX} \end{array}\right| 4mm_1. \text{ Donc, etc.}$$

» La courbe a une tangente multiple d'ordre $2mm_1$ coïncidant avec la droite Δ de l'infini, parce que le cercle décrit d'un point a de U_m situé sur Δ est l'ensemble de deux droites coïncidant avec Δ, lesquelles coupent U_{m_1} en m_1 points doubles, ce qui donne lieu à $2m_1$ tangentes aa' de la courbe enveloppe coïncidant avec Δ; donc $2mm_1$ à raison des m points de U_{m_1} (*).

(*) C'est ce théorème, qui a été donné par Steiner, comme je viens de le dire, dans une Communication à l'Académie de Berlin, en juillet 1858. Voir *Nouvelles Annales de Mathématiques*, t. XVII, 1858; p. 445.

» On reconnaît aisément que la courbe a $2mm_1$ tangentes parallèles entre elles, dans une direction quelconque. Il suffit de faire glisser la courbe U_m dans cette direction, d'une quantité rectiligne égale à aa', à droite et à gauche. Les mm_1 points d'intersection de cette courbe, dans chacune de ses deux nouvelles positions, et de U_{m_1} restée fixe, appartiennent aux $2mm_1$ tangentes de la courbe enveloppe.

» On peut conclure de là que la courbe a $4mm_1$ tangentes passant par un point de l'infini : ce qui est une confirmation de la démonstration générale.

» II. *Un point* a″ *de la droite* aa′ *décrit une courbe de l'ordre* $2mm_1$.

$$\left.\begin{array}{llll} x, & 2m & 2mm_1 2 & u \\ u, & 2m_1 & 2m_1 m 2 & x \end{array}\right| 8mm_1.$$

C'est-à-dire : D'un point x d'une droite L on décrit un cercle de rayon $= a''a$, qui coupe U_m en $2m$ points a ; les $2m$ droites xa coupent U_{m_1} en $2mm_1$ points a', d'où l'on décrit des cercles de rayon $= a'a''$, qui coupent L en $2mm_1 2$ points u. De même, d'un point u on décrit un cercle de rayon $= a'a''$, qui coupe U_{m_1} en $2m_1$ points a'; les $2m_1$ droites $a'u$ coupent U_m en $2m_1m$ points a, d'où l'on décrit des cercles de rayon $= aa''$, qui coupent L en $2m_1m2$ points x. Il y a donc $8mm_1$ coïncidences de x et u.

» Il y a $6mm_1$ solutions étrangères, dont $2mm_1$ sont dues au point x de L situé à l'infini, et $4mm_1$ aux points x situés sur les $4mm_1$ cordes aa' qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mm_1$ solutions. Donc la courbe cherchée est d'ordre $2mm_1$ (*).

» III. *Une droite* aθ *passant par le point* a *de la droite* aa′, *et entraînée dans le mouvement, enveloppe une courbe de la classe* $4mm_1$, *qui a une tangente multiple d'ordre* $2mm_1$ *à l'infini.*

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m\,2m_1 & \text{IU} \\ \text{IU}, & 2m_1 m & \text{IX} \end{array}\right| 4mm_1.$$

(*) Ce théorème a été démontré maintes fois pour le cas de deux droites, où la courbe décrite est une conique; mais je ne sais si l'on a remarqué que de ce cas particulier se peut conclure le théorème général. En effet, puisque, dans le cas où les deux points a, a' glissent sur deux droites A, A′, un troisième point a'' décrit une conique, ce point a $2m$ positions sur une courbe U_m quelconque, et l'on conclut de là que, réciproquement, lorsque deux points a, a'' glissent l'un sur une droite A et l'autre sur une courbe U_m, un point a' de la droite aa'' a $2m$ positions sur une droite quelconque A′, et conséquemment décrit une courbe d'ordre $2m$, et a donc $2mm_1$ positions sur une courbe d'ordre U_{m_1}. Donc, réciproquement : quand les points a'' et a' glissent sur deux courbes U_m et U_{m_1}, un troisième point a de la droite $a'a''$ a $2mm_1$ positions sur une droite quelconque A, et conséquemment décrit une courbe d'ordre $2mm_1$. C. Q. F. D.

» C'est-à-dire : une droite IX coupe U_m en m points a, d'où l'on mène $m\,2\,m_1$ droites aa', qui donnent lieu à $2mm_1$ droites $a\theta$, faisant avec les droites aa' l'angle prescrit; on mène $2mm_1$ droites IU parallèles à ces droites $a\theta$. Une droite IU menée arbitrairement détermine la direction des droites $a\theta$, et par suite celle des droites aa', qui sont en nombre $2mm_1$; par les points a passent $2mm_1$ droites IX. Il y a donc $4mm_1$ coïncidences de IU et IX. Donc la courbe cherchée est de la classe $4mm_1$.

» La courbe a une tangente multiple d'ordre $2mm_1$ à l'infini, parce que la courbe enveloppe de la droite aa' a elle-même $2mm_1$ tangentes coïncidant avec la droite de l'infini, dont chacune donne lieu à une droite $a\theta$, également à l'infini.

» IV. *Une droite* a″θ *passant par un point quelconque de la droite* aa′, *et entraînée dans le mouvement, enveloppe une courbe de la classe* $4mm_1$, *ayant une tangente multiple d'ordre* $2mm_1$ *à l'infini.*

» La courbe décrite par le point a'' est d'ordre $2mm_1$; conséquemment une droite IX passe par $2mm_1$ points a'', et donne lieu à $2mm_1$ droites $a''\theta$, et à $2mm_1$ droites IU parallèles à ces droites $a''\theta$.

» Une droite IU donne lieu à $2mm_1$ droites IX; on pose donc

$$\left.\begin{array}{lll} \mathrm{IX}, & 2mm_1 & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & 2mm_1 & \mathrm{IX} \end{array}\right| 4mm_1. \text{ Donc, etc.}$$

» V. *Un point* a″ *quelconque entraîné dans le mouvement de la droite* aa′ *décrit une courbe de l'ordre* $2mm_1$.

» Concevons que le point a'' appartienne à deux droites $a''a$, $a''a'$ qui forment le triangle $a''aa'$; on pose immédiatement, d'après le théorème précédent,

$$\left.\begin{array}{lll} x, & 4mm_1 & u \\ u, & 4mm_1 & x \end{array}\right| 8mm_1.$$

» Mais il y a $6mm_1$ solutions étrangères : $2mm_1$ sont dues au point x de L situé à l'infini, et $4mm_1$ aux points x situés sur les droites aa' qui passent par chacun des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mm_1$ solutions. Donc la courbe décrite par le point a'' est d'ordre $2mm_1$.

§ II. — Une droite $a\theta$ glisse sur une courbe $U^{n'}$, et le point a de cette droite glisse sur une courbe U_m.

» VI. *Un point* a′ *de la droite* aθ *décrit une courbe de l'ordre* $4mn'$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'm\,2 & u \\ u, & 2mn' & x \end{array}\right| 4mn'. \text{ Donc, etc.}$$

» On reconnaît que la courbe a m points multiples d'ordre $2n'$ à l'infini, ainsi que deux points multiples d'ordre mn' aux deux points circulaires.

» VII. *Une droite* aθ' *entraînée par la droite* aθ *enveloppe une courbe de la classe* $2mn'$, *qui a une tangente multiple d'ordre* mn' *à l'infini.*

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & mn' & \text{IU} \\ \text{IU}, & n'm & \text{IX} \end{matrix}\right| 2mn'.$$ Donc, etc.

» VIII. *Un point* a' *de la droite* aθ' (*conséquemment un point* a' *quelconque*) *décrit une courbe de l'ordre* $4mn'$.

$$\left.\begin{matrix} x, & 2mn'2 & u \\ u, & 2mn' & x \end{matrix}\right| 6mn'.$$

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères dues au point x de L situé à l'infini. Il reste $4mn'$. Donc, etc.

» IX. *Une droite* a'θ' *passant par un point* a' *de la droite* aθ *enveloppe une courbe de la classe* $4mn'$, *qui a une tangente multiple d'ordre* $2mn'$ *à l'infini.*

» Le lieu du point a' est une courbe d'ordre $4mn'$ (VI); conséquemment on pose

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & 4mn' & \text{IU} \\ \text{IU}, & 2mn' & \text{IX} \end{matrix}\right| 6mn'.$$

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères dues aux m points a de U_m situés à l'infini. Il reste $4mn'$. Donc, etc.

§ III. — Un côté d'un angle a glisse sur une courbe $U^{n'}$, et un point a' de l'autre côté glisse sur une courbe U_m.

» X. *Le sommet* a *de l'angle décrit une courbe de l'ordre* $4mn'$, *qui a, à l'infini,* m *points multiples d'ordre* $2n'$ *et deux points multiples d'ordre* mn' *aux deux points circulaires.*

$$\left.\begin{matrix} x, & n'2m & u \\ u, & 2mn' & x \end{matrix}\right| 4mn'.$$

C'est-à-dire : d'un point x de L on mène n' tangentes de $U^{n'}$; chacune d'elles détermine la direction du côté aa', et il se trouve $2m$ côtés dont le segment $a'u$ compris entre la courbe U_m et la droite L soit égal à la longueur aa' du côté de l'angle mobile; ce qui fait $2m$ points u, et $2mn'$ à raison des n' tangentes de $U^{n'}$. Un point u de L donne lieu à $2m$ côtés ua', et chacun à n' côtés tangents à $U^{n'}$; donc $2mn'$ points x. Il y a ainsi $4mn'$ coïncidences de x et u. Donc, etc.

» XI. *Le côté* aa' *de l'angle* a *enveloppe une courbe de la classe* $4mn'$.

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & m2n' & \text{IU} \\ \text{IU}, & n'2m & \text{IX} \end{matrix}\right| 4mn'.$$

» XII. *Une droite passant par le point* a *enveloppe une courbe de la classe* $4mn'$.

$$\left.\begin{matrix} IX, & 4mn' & IU \\ IU, & n'2m & IX \end{matrix}\right| 6mn'.$$

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères dues aux droites IX passant par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $4mn'$. Donc, etc.

» XIII. *Une droite* $a'\theta'$ *passant par le point* a' *enveloppe une courbe de la classe* $4mn'$.

$$\left.\begin{matrix} IX, & m2n' & IU \\ IU, & n'2m & IX \end{matrix}\right| 4mn'.$$

» XIV. *Une droite quelconque entraînée dans le mouvement enveloppe une courbe de la classe* $4mn'$.

» Un point a'' du premier côté de l'angle (côté tangent à $U^{n'}$), par lequel passe la droite entraînée, décrit une courbe d'ordre $4mn'$: une droite IX passe donc par $4mn'$ positions de ce point a''. D'après cela, IU étant parallèle à la droite, on a

$$\left.\begin{matrix} IX, & 4mn' & IU \\ IU, & n'2m & IX \end{matrix}\right| 6mn'.$$

» Il y a $2mn'$ solutions étrangères dues aux droites IX passant par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $4mn'$. Donc, etc.

» XV. *Un point* a'' *du premier côté de l'angle* a *décrit une courbe de l'ordre* $4mn'$.

$$\left.\begin{matrix} x, & n'2m & u \\ u, & 2mn' & x \end{matrix}\right| 4mn'.$$

C'est-à-dire : D'un point x de L on mène n' tangentes de $U^{n'}$, dont chacune détermine la direction du côté aa', et aussi de la droite $a''a'$; il existe dès lors $2m$ droites $a''a'$ dont le point a' est sur U_m, et a'' sur L; et $2mn'$, à raison des n' tangentes; a'' est remplacé ici par u. C'est ainsi qu'on a $2mn'$ points u correspondant à x. Un point u étant pris sur L, il y a $2m$ points a' de U_m tels, qu'on ait $ua' =$ le côté aa' de l'angle; les $2m$ droites aa' sont aussi déterminées de direction, ainsi que les n' tangentes de $U^{n'}$ relatives à chaque droite, ce qui fait $2mn'$ tangentes qui coupent L en $2mn'$ points x. Il y a donc $4mn'$ coincidences de x et u. Donc, etc.

» XVI. *Un point du côté* aa' *décrit une courbe de l'ordre* $4mn'$. Ce théorème se conclut du théorème IV précédent.

» XVII. *Un point quelconque* ω *entraîné dans le mouvement de l'angle* a *décrit une courbe d'ordre* $4mn'$.

» Que l'on considère le point ω comme appartenant à une droite $\omega a'$

fixée au côté $a'\theta$, le théorème sera, comme le précédent, une conséquence du théorème IV.

§ IV. — Deux côtés d'un angle glissent sur deux courbes $U^{n'}$, $U^{n''}$.

» XVIII. *Le sommet de l'angle décrit une courbe d'ordre* $2n'n''$, *qui a deux points multiples d'ordre* $n'n''$ *aux deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'n'' & u \\ u, & n''n' & x \end{array}\right| 2n'n''. \quad \text{Donc, etc.}$$

» XIX. *Une droite passant par le sommet* a *de l'angle enveloppe une courbe de la classe* $n'n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & 2n'n'' & \text{IU} \\ \text{IU}, & n'n'' & \text{IX} \end{array}\right| 3n'n''.$$

» Il y a $2n'n''$ solutions étrangères, dues aux sommets a de l'angle, qui se trouvent aux deux points circulaires de l'infini. Il reste $n'n''$. Donc, etc.

» XX. *Un point d'un côté de l'angle décrit une courbe de l'ordre* $4n'n''$, *qui a deux points multiples d'ordre* $2n'n''$ *aux deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'n''2 & u \\ u, & 2n'n'' & x \end{array}\right| 4n'n''.$$

» XXI. *Un point fixé à l'angle par une droite passant par son sommet décrit une courbe de l'ordre* $4n'n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'n''2 & u \\ u, & 2n'n'' & x \end{array}\right| 4n'n''.$$

» XXII. *Une droite fixée à l'angle en un point* a' *de son premier côté (conséquemment une droite quelconque) enveloppe une courbe de la classe* $4n'n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & 4n'n'' & \text{IU} \\ \text{IU}, & n'n''2 & \text{IX} \end{array}\right| 6n'n''.$$

» Il y a $2n'n''$ solutions, dues aux droites IX, qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $4n'n''$. Donc, etc.

§ V. — Un point a d'une droite $a\theta$ glisse sur une courbe U^n_m, et la droite tourne autour de ce point, de manière a faire toujours le même angle avec la tangente de la courbe en ce point.

» XXIII. *La droite* $a\theta$ *enveloppe une courbe de la classe* $(m + n)$ (*).

(*) *Comptes rendus*, t. LXXII, 1871, p. 397.

» XXIV. *Un point* a′ *de la droite* aθ *décrit une courbe de la classe* 2(m + n).

$$\left.\begin{matrix} x, & (m+n)2 & u \\ u, & 2m & x \end{matrix}\right| 4m+2n.$$

» Il y a $2m$ solutions étrangères, dues au point x de L, situé sur la droite de l'infini. Il reste $2(m+n)$.

» XXV. *Un point de la tangente de* U_m *fixée à la droite* aθ *décrit une courbe de l'ordre* 2(m + n).

$$\left.\begin{matrix} x, & n2 & u \\ u, & 2m & x \end{matrix}\right| 2(m+n).$$

» XXVI. *Une droite quelconque, passant par un point* a′ *de la droite* aθ, *enveloppe une courbe de la classe* 2(m + n).

$$\left.\begin{matrix} \mathrm{IX}, & 2(m+n) & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & 2n & \mathrm{IX} \end{matrix}\right| 2m+4n.$$

» Il y a $2n$ solutions étrangères, dues aux droites IX, menées aux deux points circulaires de l'infini. Il reste $2(m+n)$. Donc, etc. »

ASTRONOMIE. — *Note accompagnant la présentation d'une Notice autographiée sur la méthode des moindres carrés;* par M. **Faye.**

« La discussion qui s'est élevée dernièrement sur la méthode des moindres carrés et l'abus qu'on en peut faire me fournit l'occasion de présenter à l'Académie des feuilles autographiées que j'ai rédigées, il y a un an, pour l'École Polytechnique, et auxquelles je viens de mettre la dernière main. J'espère avoir réussi, dans l'exemplaire actuel, à donner à cette Notice le degré de clarté et de simplicité nécessaire lorsqu'il s'agit de faire pénétrer quelque idée dans la pratique et dans l'enseignement; c'est ce qui m'encourage à soumettre ce petit travail à ceux qui pensent qu'il y a là, chez nous, c'est-à-dire dans le pays même où ces méthodes ont pris naissance, une lacune regrettable.

» J'expose d'abord la méthode de Legendre, sans rien emprunter à la théorie des probabilités, en m'appuyant seulement sur les cas très-nombreux où le degré de précision de la valeur des inconnues ressort du calcul avec une complète évidence. La méthode de Legendre et les règles de Gauss sont étendues ensuite par voie d'analogie aux cas plus compliqués. Ces considérations purement algébriques me semblent être à l'abri des critiques que notre savant confrère, M. Bienaymé, a élevées sur le degré de

probabilité exagérée qu'on est conduit quelquefois, par d'autres considérations, à assigner à tel ou tel système de valeurs.

» Je reprends ensuite la même question avec l'aide des premiers principes du calcul des chances, ainsi que l'a fait Gauss, mais avec une modification sur laquelle je dois insister.

» Gauss a déduit la loi de probabilité des erreurs accidentelles (et par suite la méthode de Legendre, qu'il avait trouvée de son côté) d'une opinion acceptée, de sentiment, par tout le monde, à savoir que le meilleur parti à tirer d'un certain nombre de mesures directes est d'en prendre la moyenne arithmétique. Laplace lui ayant objecté que rien ne prouve que cette règle donne le résultat le plus avantageux, d'autres géomètres ont cru devoir prendre pour point de départ une hypothèse sur la nature des erreurs accidentelles. D'après eux, ces erreurs seraient dues à un très-grand nombre de petites causes agissant à la fois et dont la combinaison serait assimilable au tirage de boules extraites d'une urne sous certaines conditions. On en déduit la loi connue de probabilité de ce genre d'erreurs, tout aussi bien que Gauss l'a fait en partant de la règle de la moyenne.

» J'ai pensé, au contraire, que la loi de probabilité des erreurs accidentelles ne devait pas être établie ainsi *a priori* sur une hypothèse, ni même sur une opinion très-généralement acceptée, malgré l'extrême élégance de la démonstration de Gauss, mais bien, *a posteriori*, de l'étude directe des faits. Nous n'avons pas une idée distincte de la cause ou des causes de ces erreurs où l'imperfection de nos sens, de nos instruments et de notre attention joue un rôle si considérable; mais on peut se faire une idée fort nette de leurs résultats en examinant les écarts de séries de mesures d'espèces très-variées, pourvu qu'on ait soin de se borner à celles dont la simplicité nous garantit contre toute intrusion d'erreurs systématiques. Je discute ainsi des mesures de toute sorte, des observations astronomiques (de Bradley), des expériences sur le tir des armes à feu (du général Didion) et des données encore plus simples de statistique militaire (*Sanitary Memoirs of the war of the rebellion U.-S.*). Or, malgré la variété de ces cas si dissemblables, il se trouve que la probabilité des écarts est représentée par les valeurs numériques d'une même intégrale définie bien connue, non pas sans doute d'une manière absolument mathématique, mais avec une approximation si frappante qu'il n'y a aucun inconvénient pratique à admettre l'identité rigoureuse. Prenant donc cette loi pour point de départ fourni par l'expérience, indépendamment des hypothèses et des opi-

nions préconçues, j'en déduis à la manière ordinaire les prescriptions connues du calcul des équations de condition.

» Une autre difficulté se présentait, non plus sur l'origine ou l'essence de nos conceptions premières, mais sur la légitimité de leur emploi. Laplace a démontré, et c'est là un des points qui ont le plus frappé, je crois, les géomètres, que, si le nombre des équations primitivement fournies par les mesures est *grand*, la méthode de Legendre est celle qui donne les résultats les plus probables, quelle que soit la loi de probabilité des erreurs; mais que, si le nombre des observations est restreint, le choix de la méthode dépend alors de la loi de probabilité spéciale au cas considéré. On en a généralement conclu que la méthode des moindres carrés ne doit s'appliquer qu'à un grand nombre d'équations, sans dire comment on devrait traiter les autres cas, et surtout sans définir ce qu'on entend par ce mot *grand nombre*. Il en résulterait même, pour certains esprits rigoureux, cette conséquence que, le nombre des observations dont on dispose en réalité étant généralement médiocre, la méthode des moindres carrés n'est presque jamais applicable et peut être considérée comme un simple objet de curiosité.

» Mais il résulte aussi de l'analyse même de Laplace, et c'est ce qui d'ailleurs est bien aisé à établir, que la même méthode répond tout aussi bien au cas d'un nombre restreint d'observations lorsque la loi de probabilité de leurs erreurs ne diffère pas sensiblement de celle dont je me suis attaché à prouver expérimentalement l'existence. J'ai donc cru pouvoir substituer, à ces notions vagues de nombres restreints ou de grands nombres sur lesquelles on ne saurait s'accorder, la notion de nombre *suffisant* ainsi défini : Un nombre de mesures ou d'équations est suffisant et comporte une légitime application de la méthode, lorsque les écarts y manifestent la loi des erreurs accidentelles avec la même netteté que dans les nombreux exemples qui ont suffi à établir cette loi. Dans le cas contraire, et c'est celui auquel M. Regnault faisait allusion dans une des dernières séances, la méthode des moindres carrés n'est pas à conseiller; mais il en serait ainsi de toutes les autres : il n'y aurait même pas lieu de prendre une simple moyenne sans d'expresses réserves. J'en rapporte un exemple tiré d'une de nos plus belles séries d'analyses chimiques.

» Il ne suffit donc pas, à mon avis, d'appliquer la méthode des moindres carrés et d'invoquer la faiblesse des erreurs probables pour les valeurs des inconnues; il ne suffit même pas de montrer que les écarts positifs sont aussi fréquents que les négatifs et que leur moyenne arithmétique est nulle :

il faut encore faire, dans chaque cas, l'épreuve que Bessel a fait subir une fois à une série d'observations de Bradley, pour montrer que les résidus suivent bien la loi admise.

» Cette épreuve, que je regarde comme nécessaire, réussira d'ordinaire lorsqu'il s'agira d'observations astronomiques, géodésiques, topographiques, et généralement de questions où la théorie mathématique peut être considérée comme complète. Il est cependant, même en Astronomie, des exceptions, parmi lesquelles je citerai les délicates mesures des parallaxes stellaires, où il est arrivé plus d'une fois, et en particulier à moi-même, que l'erreur probable assignée à la valeur trouvée pour l'inconnue restait bien au-dessous de l'erreur réellement constatée plus tard à l'aide de moyens d'observation plus puissants. J'ai traité en particulier, dans la Notice ci-jointe, d'une de ces exceptions qui a une grande importance d'actualité. Il s'agit de la parallaxe solaire 8″,5712 déduite par Encke des passages de Vénus de 1761 et de 1769 avec une erreur probable ±0,0370, c'est-à-dire 7 $\frac{1}{2}$ fois plus petite que l'erreur réelle, autant du moins que nous en pouvons juger aujourd'hui.

» Ce travail d'Encke, si remarquable au point de vue mathématique et bien supérieur à tout ce qui avait été fait jusqu'alors, présentait cependant un point essentiellement faible assez difficile à éviter à cette époque. On ne se rendait pas bien compte, il y a soixante ans, des difficultés physiques et physiologiques de l'observation des contacts, la seule qui ait été pratiquée au dernier siècle. Ces difficultés sont telles, que véritablement on peut dire que la plupart des observateurs n'ont pas vu le phénomène qu'il s'agissait d'observer, mais bien quelque phase plus ou moins voisine. Non-seulement la méthode des moindres carrés ne s'applique pas à des cas pareils, mais encore je ne puis concevoir de procédé mathématique qui, en l'absence de toute notion physique et physiologique sur la nature de l'erreur, permettrait de tirer la vérité de mesures ainsi viciées pour la plupart.

» La méthode des moindres carrés n'est donc pas responsable de cet échec ; ce n'est même pas son emploi qui a donné aux astronomes cette confiance si absolue dans une détermination malheureusement erronée : c'est bien plutôt la singulière convergence de tous les travaux de cette époque vers ce même nombre 8″,57 que nous rejetons aujourd'hui. S'il est pour nous une raison tout à fait décisive de croire, non à la probabilité, mais à la certitude d'un résultat de nos mesures, c'est assurément de voir ce résultat confirmé par les méthodes les plus diverses. On peut tou-

jours craindre quelque illusion quand on ne l'a obtenu que d'une seule manière; mais quand on le retrouve le même par des voies différentes et tout à fait indépendantes l'une de l'autre, alors on se sent convaincu. C'est ce qui est arrivé ici par une fatalité bien étrange. Au commencement de ce siècle, Delambre adoptait dans ses *Tables du Soleil* 8″,8, comme nous aujourd'hui. Laplace, dans sa *Mécanique céleste,* avait adopté 8″,82 (1). C'était le nombre officiel alors, et nous voyons bien que c'était le nombre vrai. Mais plus tard, Ferrer ayant trouvé 8″,56, comme Lalande autrefois, par les passages de 1769, et Burg 8″,57 par le calcul de l'inégalité parallactique de la Lune, à l'aide des formules de Laplace et d'un grand nombre d'observations lunaires de Greenwich (2), lorsque Encke vint offrir précisément le même nombre 8″,57 comme résultat final de ses recherches sur les passages de Vénus, cet accord de deux méthodes si différentes fit cesser toute hésitation, et telle est, je pense, la véritable cause de la confiance générale, bien plutôt que l'application de la méthode des moindres carrés à des observations sur lesquelles l'auteur lui-même, si j'ai bonne mémoire, n'a pas manqué de formuler des réserves fort sages. Bien loin qu'on puisse faire peser sur la méthode de Legendre, recommandée et journellement pratiquée par de si illustres géomètres et astronomes, la responsabilité d'un échec pareil, c'est à elle, au fond, que revient le mérite d'avoir familiarisé la plupart des calculateurs avec la nécessité d'étudier profondément à l'avance toutes les causes d'erreurs systématiques, et d'en dépouiller les observations avant de les soumettre au calcul. C'est ce qui a été fait à l'avance pour le passage de décembre dernier : non-seulement les instruments les plus puissants ont été employés, mais les observateurs, bien mieux préparés qu'au dernier siècle, ont appliqué les méthodes les plus diverses de mesure, surtout celle qui exclut le système nerveux de l'observateur, au lieu de se borner à un seul genre d'observation. Tout nous fait espérer que le résultat de cet immense effort répondra pleinement à l'habileté et au dévouement de nos courageux observateurs, à l'importance du sujet et à l'attente de l'Académie. »

---

(1) *Mécanique céleste*, t. III, p. 73. Laplace en déduit pour la masse de la Terre $\frac{1}{329830}$, et c'est ce nombre, auquel on a substitué plus tard bien à tort $\frac{1}{354000}$, qui a été employé dans les calculs de ce grand ouvrage.

(2) *Mécanique céleste*, t. III, p. 326.

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation des aciers garnis d'armatures;* par M. J. Jamin.

« J'ai montré dans l'avant-dernière séance : 1° qu'une armature ajoutée à un aimant tout formé lui enlève une portion de son magnétisme ; 2° que le gain réel de l'armature est égal à la perte faite par l'aimant ; 3° que, pour rendre les mesures comparables, il faut multiplier les résultats trouvés sur l'aimant par un coefficient $\frac{1}{\alpha}$ que l'expérience détermine; α représente la conductibilité de l'acier. Je vais revenir aujourd'hui sur une question que j'ai précédemment ébauchée et sur laquelle j'ai de nouvelles observations à présenter : je vais étudier ce qui arrive si l'on vient à réaimanter l'ensemble de l'aimant et de ses armatures, au lieu d'aimanter l'acier seul et de l'armer ensuite.

» J'ai admis précédemment qu'un aimant peut toujours être décomposé en filets élémentaires couchés les uns à côté des autres, et dont les extrémités affleurent aux surfaces polaires des deux côtés de la ligne moyenne. Après une aimantation déterminée, ces filets ont pénétré à une certaine profondeur. Leur nombre est proportionnel à cette profondeur et au périmètre de la section moyenne de l'aimant. Si le périmètre augmente ou diminue, ce nombre croît ou décroît proportionnellement; par conséquent la quantité de magnétisme de l'aimant est exclusivement réglée par la section moyenne, et ne dépend aucunement de la forme et de l'étendue en longueur des aciers.

» A une condition pourtant : c'est que ces filets trouvent vers les extrémités des surfaces polaires suffisantes pour s'y épanouir. Si l'acier est très-long, les pôles élémentaires sont confinés aux extrémités, et les deux courbes d'intensité magnétique sont très-éloignées l'une de l'autre. Si la longueur décroît, ces courbes se rapprochent sans s'altérer et sans que la quantité de magnétisme change. L'acier diminuant toujours, elles finissent par se rencontrer. A partir de ce moment, elles se pénètrent, se transforment en deux droites opposées, et leur aire qui exprime la quantité de magnétisme diminue. J'explique ces faits en disant que, dans le premier cas, les filets magnétiques ont plus de place qu'il ne leur en faut pour s'épanouir. Quand les courbes se touchent, ils ont justement la place qui leur est nécessaire, et réciproquement le nombre des pôles élémentaires des filets que peuvent recevoir les surfaces polaires est justement égal à celui qui peut être contenu dans la ceinture moyenne. Dans ce cas, l'aimant est parfait : il est

plein. Dans le précédent, la surface était imparfaitement remplie. Vient-on maintenant à diminuer encore la longueur, les filets les plus courts disparaissent, parce que leurs deux pôles se réunissent, et la quantité de magnétisme décroît par insuffisance de place pour la distribution des pôles élémentaires. Dans le premier cas, il y avait trop de surface, dans le dernier trop peu. Dans le premier, la ceinture moyenne était trop petite, dans le dernier elle est trop grande, et le cas intermédiaire offre précisément la surface polaire qui convient à la section moyenne, et la section moyenne qui convient à la surface d'épanouissement.

» Généralement le barreau n'est aimanté que superficiellement; s'il était aimanté également dans toute sa masse jusqu'à son axe, le nombre des filets magnétiques serait proportionnel à la surface de la section moyenne. On en approche en divisant l'acier en lames minces qu'on aimante séparément et qu'on superpose; le nombre des filets augmente alors proportionnellement au nombre des lames; et comme les surfaces ne changent que par l'augmentation d'épaisseur, elles se trouvent bientôt remplies de magnétisme; les courbes d'intensité se rejoignent au milieu, et l'aimant est plein dans toutes ses dimensions, puisque, d'une part, la section moyenne est aimantée à cœur, et que, de l'autre, les courbes d'intensité remplissent les surfaces extérieures. On voit ainsi pourquoi les faisceaux magnétiques sont supérieurs aux aimants formés avec une seule pièce qui aurait une épaisseur égale à la somme des épaisseurs des lames.

» Ces idées conduisent simplement à la théorie des armatures. Quand un aimant est tout fait et qu'on met à la suite un morceau de fer, un certain nombre de filets magnétiques se prolongent à travers sa masse, et, au lieu de finir à la surface de l'acier, viennent se distribuer sur celle du fer. Il est clair que la perte de l'acier doit être égale au gain du fer, et qu'il n'y a eu qu'un simple déplacement.

» Réaimantons maintenant l'appareil en le passant dans une bobine traversée par un courant, nous produirons alors une distribution nouvelle. En général, la ligne moyenne ne sera plus au milieu de l'acier, mais plus rapprochée du fer; l'armature aura enlevé plus de magnétisme, et l'acier qu'elle touche en aura perdu davantage. C'est ce qu'on voit dans le tableau n° 1, qui montre la distribution : 1° quand on a placé l'armature sur l'aimant tout formé; 2° quand on a réaimanté avec le même nombre d'éléments l'ensemble de l'acier et de l'armature. Or on voit que la perte et le gain ont toujours augmenté par la réaimantation.

» Pour savoir maintenant si le magnétisme total a augmenté ou non, il

faut distinguer deux cas. Considérons d'abord un aimant dont les surfaces polaires sont suffisantes pour l'épanouissement des pôles élémentaires, ou plus que suffisantes, c'est-à-dire un aimant plein ou incomplétement rempli. Il est évident que l'aimantation de l'acier seul lui avait donné tout le magnétisme qu'il pouvait recevoir dans sa section moyenne, que ce magnétisme était distribué tout entier sur les faces polaires, et qu'une réaimantation avec les armatures placées ne peut rien changer à ces conditions. Tout se bornera à un changement de distribution, et la somme magnétique restera constante; c'est ce que montre le tableau suivant :

N° 1. — *Quantités de magnétisme réelles, avant et après la réaimantation* $\left(\frac{1}{\alpha}=2,2\right)$.

	Armature de 10^cq^.		Armat. de 17^cq^,5.		2 armat. de 17^cq^,5.		Armature de 35^cq^.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
Aimant armé....	104,0	94,0	93,9	67,7	86,0	70,4	76,6	59,4
Armature	60,1	70,1	69,3	88,5	88,4	118,7	93,3	129,6
Somme....	164,1	167,5	163,2	156,2	175,1	189,1	171,9	189,0
Aimant nu observé.	163,4		155,9		176,9		169,0	

» On peut varier l'expérience comme il suit : aimanter d'abord le système mixte de l'acier et de son armature avec un nombre donné d'éléments, puis enlever l'armature et observer l'aimant nu, et enfin replacer l'armature sur cet aimant. C'est la même méthode en intervertissant l'ordre des opérations. Les expériences ont été faites en augmentant progressivement le nombre des éléments qui produisaient la réaimantation, et en conservant une même armature de 17^cq^,5. Ici encore le magnétisme total reste le même avant et après la réaimantation.

N° 2. — *Quantités de magnétisme réelles avant et après la réaimantation* (armature de 17^cq^,5; $\alpha=2,3$).

	Première aimantation.		Deuxième, 5 éléments.		Troisième, 10 éléments.		Quatrième, 20 éléments.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
Aimant armé	86,0	55,8	80,9	58,6	86,9	62,8	98,2	71,7
Armature	58,0	99,1	79,9	101,4	84,6	113,3	90,0	118,4
Somme	144,0	154,9	160,8	160,0	171,5	176,1	188,2	190,1
Aimant nu observé..	144,4		160,0		168,6		177,3	

» Mais si l'aimant étudié était plus court, si ses surfaces polaires étaient insuffisantes pour recevoir tout le magnétisme qui peut traverser la

ceinture moyenne, dans ce cas l'addition des armatures de fer ajoutera ce qui manquait de surface à l'acier : le magnétisme sera donc augmenté et, si ces armatures sont suffisantes, l'ensemble prendra la même somme de magnétisme qu'un aimant d'acier simple qui aurait une longueur suffisante. Dans le tableau suivant on voit des aciers courts qui prenaient, étant aimantés seuls, des quantités de magnétisme 168,7, 172,9, 158,8, recevoir, étant armés et réaimantés, les quantités beaucoup plus grandes 230,5, 241,1, 217,4. On peut donc, en aimantant l'acier armé, quand il est court, lui communiquer une plus grande somme de magnétisme que s'il n'est point armé, et cela parce qu'on lui donne une surface extérieure suffisante pour laisser épanouir le magnétisme dont il est capable par l'étendue de sa section moyenne.

N° 3. — *Aimants sursaturés, quantités de magnétisme réelles avant et après la réaimantation*

(longueur : $L = 17^c,5$; $\frac{1}{\alpha} = 2,2$).

	Première aimantation.		Deuxième, 20 éléments.		Acier au wolfram, L = 25.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
Aimant armé........	92,6	119,2	95,2	126,9	73,5	100,5
Armature	76,7	111,3	78,1	114,2	89,4	116,9
Somme	169,3	230,5	173,3	241,1	162,9	217,4
Aimant nu observé...	168,7		172,9		158,8	

» Ces faits expliquent très-bien des phénomènes qu'on avait assimilés à tort à la condensation électrique. Je suppose qu'on aimante séparément les diverses lames d'un faisceau, puis qu'on les place l'une après l'autre contre leur armature commune, on trouvera une somme déterminée de magnétisme. Or plusieurs physiciens ont annoncé que la présence de l'armature augmente le magnétisme des lames, que ce magnétisme diminue quand on l'enlève et qu'il y a une condensation; d'autres ont soutenu que cette condensation n'existait pas. Les uns et les autres ont à la fois tort et raison. Il y a augmentation quand la surface extérieure des lames était primitivement insuffisante, et il n'y en a pas quand cette surface suffisait par elle-même à l'épanouissement de tous les filets magnétiques.

» On trouve encore ici la véritable explication d'un autre fait, que j'ai attribué moi-même inexactement à une condensation. J'avais superposé un grand nombre de lames en fer à cheval contre un contact commun; puis je les avais aimantées, ce qui leur avait donné un magnétisme énorme,

qui se mesurait par la force portative au premier arrachement. Après quoi, sans réaimantation nouvelle, je replaçai le contact, et je trouvai une force d'arrachement considérablement moindre, mais qui se maintenait à peu près fixe pour les arrachements suivants. L'aimant en question avait des surfaces insuffisantes; le contact, agissant comme des armatures, les augmentait et maintenait la somme du magnétisme que ces lames pouvaient prendre individuellement. Après un premier arrachement, elles ne contenaient plus que le magnétisme qu'elles sont capables de garder, et le second arrachement se trouvait très-affaibli; mais, si l'on répète l'expérience avec un moins grand nombre de lames, assez petit pour que l'aimant total soit imparfaitement rempli, il n'y a plus de différence entre le premier arrachement et les suivants.

» La différence que l'on trouve entre le premier et le second arrachement est même un signe auquel on reconnaîtra si l'aimant que l'on construit est dépassé ou non. Tant qu'elle n'existera pas ou qu'elle sera très-faible, on pourra ajouter de nouvelles lames et gagner de la puissance. Aussitôt qu'elle se montrera avec intensité, on aura atteint et dépassé l'aimant plein : toute addition nouvelle se ferait en pure perte.

» On est conduit par là à une importante modification dans la construction des aimants. Je suppose que l'on ait un grand nombre de lames, et qu'après les avoir aimantées séparément à saturation on les superpose; on verra croître le magnétisme du faisceau jusqu'à une limite qui ne pourra être dépassée, et qui sera atteinte quand les surfaces polaires seront remplies. Supposons qu'il faille dix lames. Recommençons la même expérience, en appliquant les mêmes lames contre deux armatures en fer de grande surface; les intensités croîtront beaucoup plus lentement, parce que la somme des magnétismes se répandra sur des étendues plus considérables, et la limite ne sera obtenue que lorsque ces étendues seront pleines. Il faudra pour cela superposer vingt, trente, quarante lames, et en général un nombre d'autant plus élevé que les armatures seront plus grandes. La force totale de l'aimant s'augmentera donc avec ses armatures. L'Académie a sous les yeux un faisceau construit de cette manière. Sans armature, on atteint la limite avec trois lames, et la force portative est de 4 kilogrammes environ, avec des armatures de 350 centimètres carrés. On arrive à 140 kilogrammes; mais l'intensité sur chaque élément superficiel n'est pas augmentée. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note de M.* CHEVREUL *à propos de la Communication de M.* Menier, *insérée dans le* Compte rendu *de la dernière séance* (1).

« M. Menier a communiqué dans la dernière séance de l'Académie un Mémoire *Sur la pulvérisation des engrais et sur les meilleurs moyens d'accroître la fertilité des terrains.* Une Commission est nommée pour l'examiner ; je ne me permettrai donc aucune observation sur plusieurs opinions qui y sont énoncées, telles que celle-ci : *En agriculture, comme en industrie, le temps est de l'argent.* La *pulvérisation des engrais,* conforme à cette opinion, est énoncée comme devant *exercer une influence considérable sur la production agricole.* Enfin, l'auteur parle d'une carte coloriée qui fera saisir aux yeux les divers degrés de prospérité de culture où sont parvenues les différentes contrées de la France, et, en outre, d'un tableau spécial qui montrera les divers degrés de l'état agricole des États de l'Europe.

» J'attendrai le Rapport de la Commission avant d'émettre aucune opinion sur le Mémoire de M. Menier.

» Malgré mon extrême envie de ne pas grossir les *Comptes rendus*, je crois utile de rappeler quelques faits du passé.

» Il y a eu cette année, 1er de février, un siècle moins six mois que parut dans le *Journal de Physique* de juillet 1775 un Mémoire sous ce titre : *Recherches sur une loi générale de la nature, ou Mémoire sur la fusibilité et la dissolubilité des corps relativement à leur masse*, où l'on trouve l'art de tirer facilement et sans frais une matière alimentaire de plusieurs corps dans lesquels on ne connaissait pas cette qualité, etc.

» Ce titre occupe plus d'une demi-page in-4° du *Journal de Physique*, et en cela on peut dire qu'il était en avance sur son siècle.

» L'auteur, M. Changeux, était frappé comme M. Menier de ce que la division physique pouvait avoir d'avantages pour la Société.

» Quand M. Menier parle de l'influence des surfaces relativement aux dissolvants (p. 308 du dernier *Compte rendu*), il compare entre eux des fragments *cubiques* de marbre dont les côtés auraient des *dimensions décroissantes*. M. Changeux dit : « *Certains minéraux divisés en pieds cubes ne paraissent* » *pas subir la fonte* beaucoup plus sensiblement que lorsqu'ils ne le sont » qu'en parties beaucoup plus grosses, mais *la fusibilité est sensiblement aug-* » *mentée s'ils sont réduits en pouces cubiques.* »

(1) Page 307 de ce volume.

» Si M. Changeux parle de la *fusibilité*, nous verrons plus loin qu'il l'assimile à la *solubilité* d'un solide dans un liquide.

» M. Changeux a commis des erreurs dont la plupart tiennent à ce qu'il a confondu la division mécanique ou physique avec la division opérée par une action chimique.

» Une preuve de l'importance qu'il attache à la division mécanique est que les *fibres ligneuses du linge et du papier*, et que *le bois des arbres divisé à l'extrême, deviendront des aliments pour l'homme.* Aussi ajoute-t-il :

« Les expériences que l'on fera sur ce sujet mettront un jour les hommes en état de ne jamais craindre les horreurs de la famine ; car il est peu d'arbres qui ne puissent devenir capables de fournir de la nourriture dans les temps de disette.

» Ce que je dis peut faire concevoir pourquoi les aliments sont salutaires pour certains animaux, et mortels pour d'autres; les aliments ne sont ni bons ni mauvais par eux-mêmes. La structure des viscères qui servent à la digestion suffit-elle pour diviser un corps, ce corps sera alimentaire pour l'animal qui possède ces viscères; un autre animal est-il né avec des viscères d'une structure différente et plus faible, ce même corps sera un poison pour lui.... »

» Cette citation suffit pour mettre en évidence quelle foi avait M. Changeux dans la division mécanique de la matière.

» Peut-être me demandera-t-on pourquoi, m'étant abstenu de parler de M. Menier, j'ai parlé de M. Changeux.

» J'ai deux motifs : le *premier* est l'histoire de la science ; le *second* est l'examen de travaux anciens où se trouvent à la fois des *faits vrais* avec des *erreurs* ou des *choses ridicules, absurdes* même.

» Premier motif. *Histoire de la science.* — C'est à Changeux que l'on doit la connaissance de deux faits remarquables.

» Le premier concerne l'action de *l'eau sur le verre :*

« Le verre en masse, dit Changeux, est indissoluble dans l'eau; c'est pourquoi on en fait des vases, etc. ; cependant il devient presque aussi dissoluble que le sel, lorsqu'on le réduit en poudre très-ténue; en effet, que l'on fasse bouillir cette poudre dans l'eau, et l'on sera étonné de l'énorme quantité qui sera fondue par cette simple opération.... »

» Or, c'est précisément ce fait que Pelouze communiquait comme nouveau à l'Académie quelques mois avant sa mort.

» Le *second fait* concerne le bouillon d'os.

» Hérissant, en 1758, en traitant les os par l'acide azotique faible, en sépara le *tissu organisé* que Papin avait obtenu, à l'état de gélatine, au moyen de son digesteur.

» En 1775, Changeux, conformément aux idées qui l'occupaient, se

demanda si les os, divisés au moyen d'un pilon ou d'un moulin, ne seraient pas dans le cas de céder leur matière gélatineuse à l'eau bouillante.

» L'expérience fut faite, et elle réussit comme Changeux l'avait prévu.

» La découverte des deux faits appartient bien à Changeux, et j'ai cru devoir les rappeler, parce qu'ils tiennent une large place dans le *Compte rendu* de la séance du 19 de décembre 1870. Ils sont exposés dans le *Résumé historique* que j'ai fait *des travaux dont la gélatine a été l'objet,* et je terminerai par cette citation, qu'en 1791 Proust, dans son Mémoire sur l'amélioration de la subsistance du soldat, rendit pleine justice à Changeux.

» DEUXIÈME MOTIF. — Quoique j'aie toujours attaché un grand intérêt à l'histoire des connaissances chimiques, je n'ai jamais été aussi frappé que dans ces derniers temps de l'avantage que la science peut retirer de l'examen de travaux et d'écrits où se trouvent quelques faits bien observés, mêlés d'erreurs, d'exagération et de choses ridicules ou absurdes.

» J'étends cette manière de voir à des écrits erronés, exagérés, ridicules et absurdes, mais à l'origine desquels on peut rattacher un fait vrai. J'en cite quelques exemples dans le troisième Mémoire de mes *Études des procédés de l'esprit humain dans la recherche de l'inconnu, à l'aide de l'observation et de l'expérience, etc.*, Mémoire que je communiquerai bientôt à l'Académie. »

MINÉRALOGIE. — *Mémoire sur les propriétés optiques biréfringentes caractéristiques des quatre principaux feldspaths tricliniques, et sur un procédé pour les distinguer immédiatement les uns des autres ;* par M. **DES CLOIZEAUX.**

« Tous les minéralogistes connaissent les difficultés qu'on rencontre lorsqu'on a besoin de déterminer si des masses laminaires ou des cristaux imparfaits d'un feldspath triclinique appartiennent à l'albite ou à l'oligoclase, au labradorite ou à l'anorthite. Par suite du mélange de petites quantités de matières étrangères, qu'il n'est pas toujours possible d'éviter, et surtout à cause des nombreuses *inclusions* que l'étude microscopique fait reconnaître dans presque tous les échantillons des divers feldspaths, les analyses exécutées avec le plus de soin conduisent souvent à des rapports d'oxygène, où le terme relatif à la silice oscille entre deux des nombres adoptés depuis longtemps pour les quatre principales espèces précitées.

» J'ai donc pensé qu'il serait utile de m'assurer si un examen approfondi de certaines propriétés optiques biréfringentes de l'albite, de l'oligoclase, du labradorite et de l'anorthite ne conduirait pas à distinguer ces

espèces les unes des autres, et si cet examen ne fournirait pas, à tous ceux qui s'occupent de l'étude des roches cristallines feldspathiques, quelques caractères constants, bien tranchés et faciles à mettre en évidence.

» Le succès a dépassé mon attente et, tout en ne cherchant d'abord qu'un procédé de distinction, j'ai rencontré des faits qui me paraissent fournir des arguments très-puissants contre la théorie des mélanges, introduite depuis quelques années dans la science par M. Tschermak.

» On sait que tous les feldspaths tricliniques possèdent deux clivages principaux, faisant entre eux un angle voisin de 93 ou 94 degrés, et dont l'un, plus facile, a lieu suivant la base du parallélipipède obliquangle primitif, tandis que l'autre, un peu moins facile, s'obtient suivant le plan g^1 qui forme, sur l'arête latérale aiguë de ce parallélipipède, une troncature symétrique, parallèle aux stries caractéristiques dont la base est généralement sillonnée.

» Or, des lames clivées parallèlement à g^1, suffisamment minces pour être transparentes et débarrassées du plus grand nombre possible des lamelles hémitropes qui les traversent, étant soumises dans l'air au microscope polarisant, permettent déjà de distinguer une albite d'un oligoclase. La première espèce montre en effet que le plan de ses axes optiques, dont j'ai indiqué autrefois l'orientation, coupe la face g^1 suivant une droite qui fait avec l'arête pg^1 un angle d'environ 20 degrés, tandis que les axes optiques de la seconde espèce sont compris dans un plan parallèle à cette arête. En outre, si l'on examine dans l'huile, dont l'emploi est indispensable à cause du grand écartement apparent des axes, des plaques amenées par un travail très-simple à être suffisamment perpendiculaires au plan de ces axes, on constate facilement divers genres de dispersion qui constituent un second caractère propre à chacune des deux espèces. Le même travail doit être fait quand il s'agit de reconnaître un labradorite ou une anorthite, parce que ces deux feldspaths ne montrent dans l'air, à travers leurs faces g^1, qu'un seul système d'anneaux très-excentré.

» Voici, en résumé, les principaux phénomènes optiques biréfringents que manifestent, dans l'air ou dans l'huile, l'albite, l'oligoclase, le labradorite et l'anorthite.

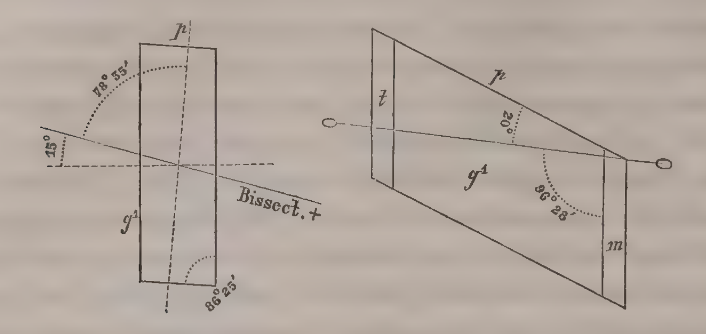
1° Albite.

» La bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, *toujours positive*, se relève vers l'arête aiguë $pg^1 = 86°25'$, en faisant des angles d'environ :

15 degrés avec une normale à g^1; $78°35'$ avec une normale à p.

» Le plan qui contient les axes optiques coupe le clivage g^1 suivant une ligne qui fait approximativement des angles de :

20 degrés avec l'arête pg^1; 96° 28′ avec l'arête g^1m antérieure.



» Pour obtenir des plaques normales au plan des axes et à la bissectrice aiguë, il faut, après avoir dédoublé les cristaux maclés parallèlement à g^1, abattre l'arête aiguë pg^1 par une face inclinée d'environ :

101° 26′ sur p; 164° 59′ sur g^1; 125° 20′ sur m.

» Dans l'huile, à 45 degrés du plan de polarisation, on observe des bordures à couleurs vives autour de l'hyperbole qui traverse un des systèmes d'anneaux, tandis que ces couleurs sont à peine appréciables autour de l'hyperbole de l'autre système; on peut pourtant conclure de leur disposition que la dispersion *ordinaire* des axes est $\rho < \nu$, comme le confirment les mesures suivantes, prises sur un cristal du *Roc tourné :*

$$2H_a = \begin{cases} 80°39' \text{ rayons rouges;} \\ 81°35' \text{ rayons verts;} \\ 81°59' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

» L'écartement apparent des axes, assez constant dans les diverses plages d'un même échantillon, varie un peu avec les échantillons de diverses provenances. J'ai trouvé $2H_a = 81°$ à $86°$ (rayons rouges) sur des cristaux du Roc tourné, près Modane, de l'Oisans, du Tyrol, de Moriah (comté d'Essex), d'Arendal, etc.

» Parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation, la barre transversale d'un des systèmes d'anneaux offre des bordures à teintes assez vives, l'une bleue, et son opposée jaune rougeâtre; la barre de l'autre système ne montre au contraire qu'une teinte bleuâtre des deux côtés. Il existe donc une dispersion *inclinée* très-notable; mais il n'est guère possible

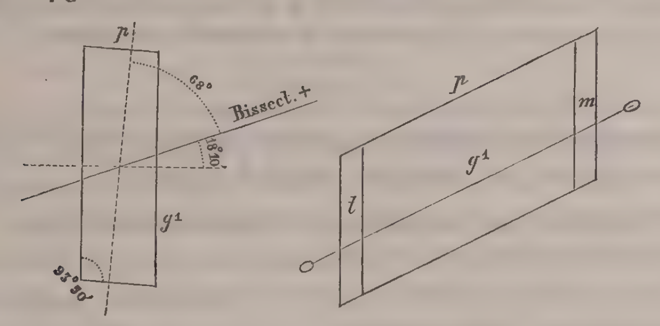
de décider si c'est à une faible dispersion *horizontale* ou à une légère dispersion *tournante* qu'elle est combinée (1).

2° Oligoclase.

» La bissectrice *positive*, qui est le plus généralement celle de l'angle *obtus* des axes optiques, et quelquefois seulement celle de leur angle aigu, dans certaines plages d'un petit nombre d'échantillons, se relève vers l'arête obtuse $pg^1 = 93^\circ 50'$, et elle fait des angles d'environ :

$18^\circ 10'$ avec une normale à g^1; 68° avec une normale à p.

» Le plan où s'ouvrent les axes optiques coupe g^1 suivant une ligne *parallèle* à l'arête pg^1.



» Les plaques normales au plan des axes et à la bissectrice *positive* s'obtiennent en abattant l'arête *obtuse* pg^1 par une face qui s'incline de :

112° sur p; $161^\circ 50'$ sur g^1; $126^\circ 55'$ sur t.

» Dans l'huile, à 45 degrés du plan de polarisation, des couleurs bien tranchées occupent l'intérieur et l'extérieur de la branche d'hyperbole qui traverse chacun des deux systèmes d'anneaux; leur intensité est à très-peu près la même dans ces deux systèmes, et leur disposition, qui y suit le même ordre, annonce, pour la dispersion *ordinaire*, $\rho < \upsilon$.

» Parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation, on observe une dispersion *tournante* des plus marquées, combinée à une dispersion *inclinée* très-faible.

» Autour de la bissectrice *négative*, parallèle à l'arête pg^1, la dispersion *ordinaire* est $\rho > \upsilon$, et il est facile d'y reconnaître une forte dispersion *horizontale*, avec des traces de dispersion *inclinée*.

(1) Deux variétés, dont il sera question plus loin, semblent trancher la question en faveur de la dispersion *horizontale*.

» L'écartement apparent des axes est, comme dans l'orthose, très-variable avec les échantillons de diverses localités, et surtout avec les plages d'un même échantillon. Ce qui le distingue particulièrement de l'écartement des autres feldspaths tricliniques, c'est la très-petite différence qu'il présente, en général, autour des deux bissectrices. J'ai constaté jusqu'ici ce fait sur *huit* variétés à bissectrice aiguë *toujours négative*, et sur *quatre* à bissectrice aiguë tantôt négative, tantôt positive. En voici quelques exemples :

$-2H_a = \begin{cases} 89°35' \text{ ray. rouges} \\ 88°31' \text{ ray. bleus} \end{cases} + 2H_o = \begin{cases} 102°43' \text{ ray. rouges} \\ 103°46' \text{ ray. bleus} \end{cases}$ *pierre de Soleil* de Tvedestrand.

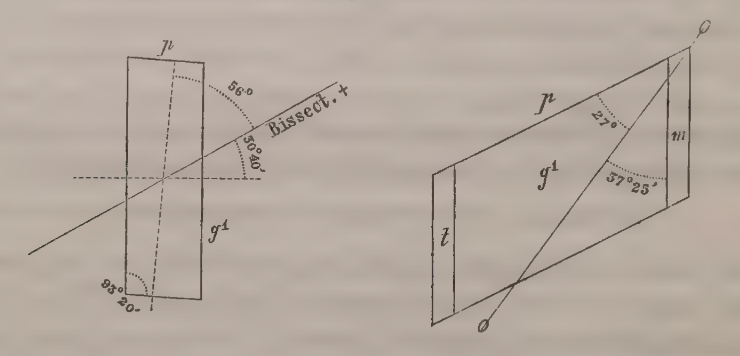
$-2H_a = 92°48'$; $+2H_o = 95°34'$ rayons rouges; belles masses laminaires transparentes de Mineral Hill, Delaware Co., Pennsylvanie.

$-2H_a = 89°52'$ à $105°38'$; $+2H_o = 88°8'$ à $98°42'$ rayons rouges; beaux cristaux verts associés à l'orthose et à la pyrrhotine, de Bodenmais, en Bavière.

3° Labradorite.

» La bissectrice de l'angle aigu, *toujours positive*, se relève vers l'arête obtuse $pg^1 = 93°20'$, en faisant des angles d'environ :

30°40′ avec une normale à g^1; 56° avec une normale à p.



» Le plan des axes optiques coupe g^1 suivant une droite qui fait des angles de :

27° à 28° avec l'arête pg^1; 37°25′ à 36°25′ avec l'arête g^1m postérieure.

On obtient des plaques sensiblement perpendiculaires au plan des axes et à la bissectrice *aiguë* en abattant l'arête obtuse pg^1, par une face inclinée de :

124° sur p; 149°20′ sur g^1; 129°5′ sur t.

» Dans l'huile, à 45 degrés du plan de polarisation, la dispersion *ordinaire*, qui se manifeste par des couleurs offrant la même disposition et à peu près la même intensité autour des hyperboles de chaque système d'anneaux, indique $\rho > \nu$, contrairement à ce que montrent les plaques d'albite

et d'oligoclase normales à leur bissectrice *positive.* On a donc là un caractère fixe et de la plus haute importance, pour distinguer le labradorite de l'oligoclase.

» Parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation, on constate une forte dispersion *tournante*, associée à une très-faible dispersion *inclinée*.

» L'écartement apparent des axes, assez constant dans les diverses plages d'un même échantillon, paraît peu varier avec les échantillons eux-mêmes. J'ai trouvé : $2H_a = \left\{ \begin{array}{l} 88^\circ 15' \text{ ray. rouges} \\ 87^\circ 48' \text{ ray. bleus} \end{array} \right\}$, belle variété chatoyante en jaune d'or du Labrador ; $2H_a = \left\{ \begin{array}{l} 89^\circ 10' \text{ ray. rouges} \\ 87^\circ 49' \text{ ray. bleus} \end{array} \right\}$, petites masses jaunâtres très-fragiles, extraites d'un trapp noir de Diupavog, côte est d'Islande.

4° Anorthite.

» Le plan des axes optiques, et leur bissectrice aiguë *toujours négative*, n'offrent plus une orientation en rapport simple avec celle des faces ou des arêtes des formes connues dans les cristaux de cette espèce.

» Tout ce que l'on peut constater, c'est que des plaques sensiblement perpendiculaires au plan des axes et à la bissectrice *aiguë* sont limitées par deux surfaces parallèles à un plan incliné d'environ 124°53′ sur p, 127°15′ sur g^1, 96°50′ sur m, et qui détermine sur g^1 une trace faisant des angles de :

39°8′ avec l'arête pg^1 ; 76°48′ avec l'arête g^1m antérieure.

» Ce plan abat l'arête *aiguë* $pg^1 = 85°50'$, en se dirigeant très-obliquement vers l'angle solide aigu postérieur de la forme primitive.

» Dans l'huile, les axes optiques manifestent des dispersions identiques à celles qu'on observe autour de la bissectrice aiguë *positive* de l'albite. On constate donc $\rho < \nu$ pour la dispersion *ordinaire*, à 45 degrés du plan de polarisation, et une forte dispersion *inclinée*, parallèlement ou perpendiculairement à ce plan.

» L'écartement apparent est assez constant dans toutes les plages d'un même échantillon. Une bonne plaque, extraite d'un cristal de la Somma, m'a fourni, à 15 degrés C.,

$$2H_a = \left\{ \begin{array}{l} 84^\circ 58' \text{ rayons rouges;} \\ 85^\circ 24' \text{ rayons verts;} \\ 85^\circ 59' \text{ rayons bleus.} \end{array} \right.$$

» L'emploi des caractères que je viens d'énumérer m'a déjà permis de rapporter à l'albite :

» 1° Un feldspath en petites masses lamelleuses, à reflet opalescent d'un blanc bleuâtre sur g^1, cité par M. Dana comme oligoclase *pierre de lune* (*moonstone*), de Mineral Hill (Delaware Co.), en Pennsylvanie. Le plan de ses axes optiques coupe g^1 suivant une ligne presque perpendiculaire à l'arête $g^1 m$; une plaque taillée sur l'arête *aiguë* pg^1, normale à ce plan et à la bissectrice *aiguë* positive, offre dans l'huile les mêmes modes de dispersion que l'albite, et donne : $2H_a = 87°3'$ rayons rouges; $87°32'$ rayons bleus.

» 2° Le feldspath laminaire associé à la *Kjerulfine* de Bamble, en Norvége, dont M. de Kobell, trompé sans doute par une analyse opérée sur un échantillon impur, avait proposé de faire une espèce nouvelle sous le nom de *Tschermakite* (1). Les axes optiques de ce feldspath sont situés dans un plan orienté comme celui qui contient les axes de l'albite, et ils offrent les divers genres de dispersion propres à ces derniers. Seulement on est à peu près sûr ici que, perpendiculairement ou parallèlement au plan de polarisation, c'est à une légère dispersion *horizontale* que se combine la forte dispersion *inclinée*.

» Ma détermination a été confirmée par une nouvelle analyse de M. Pisani qui conduit aux rapports d'oxygène $\dot{R} : \dddot{Al} : \ddot{Si} :: 1 : 3 : 11$ très-voisins de ceux de l'albite. Cette analyse a donné en effet :

$$\ddot{Si}\,66,37\ \dddot{Al}\,22,70\ \dot{Na}\,9,70\ \dot{Ca}\,1,40\ \dot{Mg}\,0,95\ \dot{H}\,0,70 = 101,82. \quad \text{Dens.} = 2,60.$$

» Il semble aussi résulter de mes observations que l'*andésine* pourrait bien n'être qu'un oligoclase altéré, comme l'ont supposé quelques géologues, et notamment notre confrère M. Charles Sainte-Claire Deville. Mes expériences ne sont pas encore assez multipliées pour décider cette question, mais j'ai reconnu les caractères optiques de l'oligoclase dans une *andésine* laminaire rougeâtre de Château-Richer (Canada), et dans les gros cristaux en macles simples ou doubles, à surface plus ou moins décomposée, à masse intérieure vitreuse, qu'on extrait de certaines parties du porphyre de l'Esterel.

» Enfin, le *Kalkoligoklas* ou *hafnefjordite* d'Islande m'a offert les principales propriétés optiques du labradorite auquel on doit le rapporter, comme l'avait déjà fait pressentir M. Dana. Une plaque suffisamment normale à la bissectrice aiguë *positive* d'un de ses cristaux m'a fourni $2H_a = 81°34'$ ray. rouges, $80°53'$ ray. bleus. L'excès de silice trouvé par Forchammer (61,22 pour 100) provient très-probablement du pyroxène

(1) *Sitzungsberichte* de l'Académie des Sciences de Munich, 3e livraison; 1873.

noir et de la *fayalite* microscopique qui font partie de la dolérite de Hafnefjord.

» La conclusion la moins discutable à laquelle conduisent les nouveaux faits rapportés dans mon Mémoire, c'est que le *labradorite*, où le plan des axes optiques et la bissectrice aiguë *positive* présentent toujours la même orientation, avec la dispersion $\rho > \nu$, ne peut pas être regardé comme un mélange d'albite à bissectrice aiguë *positive* et d'anorthite à bissectrice aiguë *négative*, possédant toutes deux la dispersion $\rho < \nu$. Si l'on se reporte en effet aux expériences de H. de Senarmont sur les cristaux mixtes de sel de Seignette potassique et ammoniacal, on voit que les mélanges cristallisés de corps *biaxes*, géométriquement isomorphes, mais à propriétés optiques contraires (1), montrent, *dans leur masse entière* et non en quelques plages seulement, un écartement et une orientation variables de leurs axes optiques, cette variation tendant à les rapprocher du composé qui prédomine dans ces mélanges.

» Quant à l'*oligoclase*, malgré la grande irrégularité qu'on observe dans l'écartement de ses axes, et malgré le signe tantôt *négatif*, tantôt *positif* de sa bissectrice aiguë, il n'est guère plus facile d'admettre qu'il soit constitué par les mélanges d'albite et d'anorthite au moyen desquels M. Tschermak a essayé d'expliquer les différences de composition chimique de ses divers échantillons. En effet, quoique il n'y ait, dans les cristaux *tricliniques*, aucune relation forcée par la symétrie entre la position des axes cristallographiques et celle des bissectrices, le plan qui contient ces bissectrices et les axes optiques conserve la même orientation dans tous les oligoclases examinés jusqu'ici; de plus, c'est principalement dans les diverses parties d'une même masse cristalline que se produit quelquefois l'interversion des deux bissectrices, et cela surtout lorsque ces masses renferment des lames irrégulièrement enchevêtrées. Or on trouve souvent dans l'orthose, et notamment dans les plages contiguës d'un même cristal du *loxoclase* de Hammond, dont la composition paraît pourtant constante, d'après les trois analyses qu'on en connaît, des variations tout à fait analogues à celles dont il vient d'être question. Il est donc probable que les modifications qu'on remarque dans certains caractères optiques des feldspaths sont liées à des altérations plutôt physiques que chimiques, parmi lesquelles on doit mettre au premier rang la présence fréquente et plus ou moins dissimulée de lamelles sans orientation fixe. »

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XXXIII, p. 429.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Moyen facile d'obtenir sans instruments et avec une assez grande approximation la latitude d'un lieu.* Mémoire de M. D'AVOUT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Villarceau, Puiseux.)

« Concevons un plan horizontal. Au-dessus de ce plan, sur une même verticale et à des distances connues, soient deux points dont on pourra suivre les ombres sur le plan horizontal. Par la projection commune de ces points comme centre, on trace deux arcs de circonférence, de rayons tels qu'ils puissent rencontrer les traces des ombres des points indiqués, avant et après le passage du Soleil au méridien. On joint par des droites les intersections des traces d'ombre avec les arcs de circonférence au centre de ces arcs, et l'on mesure les cordes des arcs ainsi obtenus. Connaissant les longueurs de ces cordes, les rayons des arcs de circonférence et les hauteurs des points dont on observe les ombres, au-dessus du plan horizontal, on peut, par une formule très-simple, calculer la latitude du lieu.

» Soient

l et l' les hauteurs des points donnés au-dessus du plan horizontal;

r et r' les rayons des arcs de circonférence; r appartenant à la circonférence coupée par la trace de l'ombre du point répondant à l; r' appartenant à la circonférence coupée par la trace de l'ombre du point répondant à l;

c la corde de l'arc de rayon r; c' celle de l'arc de rayon r'.

τ l'angle dont le sinus est $\frac{c}{2r}$; τ' celui dont le sinus est $\frac{c'}{2r'}$.

» Faisons

$$\rho = \sqrt{r^2 + l^2}, \quad \rho' = \sqrt{r'^2 + l'^2}.$$

» Soit ψ la latitude du lieu, nous aurons

$$\operatorname{tang}\psi = \frac{\rho' r \cos\tau - \rho r' \cos\tau'}{\rho' l - \rho l'}.$$

» Les deux points qui projettent leurs ombres peuvent être, ou de très-petites sphères, fixées sur un même fil vertical qui les traverse à leurs centres, ou de petites ouvertures circulaires, percées dans une mince plaque métallique, et telles que leurs centres se trouvent sur une même verticale.

» On obtiendra ainsi, soit de petites ellipses d'ombre, soit de petites ellipses éclairées, dont il sera facile d'indiquer les centres avec un crayon, en deçà et au delà des arcs de circonférence tracés, et assez près de ces arcs pour que l'on puisse regarder comme coïncidentes les petites droites joignant les centres des traces d'ombre passant d'un point à un autre.

» On pourrait craindre que la variation de la déclinaison du Soleil, qui a lieu entre les diverses observations faites, les unes avant, les autres après le passage du Soleil au méridien, n'occasionne une erreur du même ordre que cette variation, erreur qui serait déjà très-petite; mais nous faisons voir que l'effet de cette variation s'annule et disparaît dans la formule finale.

» Les erreurs que l'on peut commettre dans les diverses mesures à faire n'occasionneront que de très-petites erreurs dans le calcul de la latitude; mais il n'en sera pas de même pour le défaut d'horizontalité du plan sur lequel on observe; pour une inclinaison de $1^G,54^{\backprime}$ centésimales, on peut avoir une erreur de $77^{\backprime}$; mais la formule qui nous donne l'erreur due à cette inclinaison indique aussi que, si l'intersection du plan d'observation avec le plan méridien est horizontale, l'erreur qui a pour facteur le sinus de l'angle que formeraient entre elles les traces sur ce plan d'observation du plan horizontal mené par le centre des arcs de cercle de rayons r et r', et du plan méridien mené par la verticale passant par le centre, est nulle avec ce sinus. On devra donc s'appliquer surtout à rendre cette direction horizontale.

» Nous avons pensé que ce moyen de connaître très-approximativement la latitude d'un lieu, sans instrument angulaire, pourrait, dans plus d'une occasion, être utile aux voyageurs. A la rigueur, un bâton planté sur un terrain horizontal, muni d'un fil à plomb, traversé par deux balles de plomb suffirait. Les arcs de cercle seraient tracés au moyen d'un style attaché au bout d'une ficelle, dont l'autre extrémité serait fixée au pied du fil à plomb. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Sur la fécondation des Basidiomycètes.* Note de M. **Ph. Van Tieghem.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« J'ai entrepris en novembre 1873, et je poursuis depuis cette époque une série de recherches sur le développement du mycélium, la reproduc-

tion sexuée et la formation du fruit des Basidiomycètes. Pour sujet d'études, j'ai choisi les petits Coprins qui se développent sur le crottin de cheval et notamment les *Coprinus ephemeroides* et *radiatus*. Pour mode d'observation, j'ai adopté la méthode des cultures cellulaires pures et monospermes, que nous avons instituée et appliquée, M. Le Monnier et moi, dans notre *Mémoire sur les Mucorinées*, avec la décoction de crottin pour liquide nutritif. Dès le mois de juin 1874, ces recherches avaient abouti à des résultats décisifs : j'avais trouvé les organes mâles et les organes femelles, puis, ayant fait agir les premiers sur les seconds, j'avais, par voie expérimentale, réalisé la fécondation et observé les premiers développements du fruit. Ces résultats différaient essentiellement de ceux qu'avaient obtenus, pour les Agarics, MM. Karsten (1860-1867) et Œrstedt (1865), les deux seuls auteurs qui eussent, à ma connaissance, recherché à sa vraie place le phénomène fécondateur des Basidiomycètes. Aussi, bien que ma méthode d'observation ne comportât guère de causes d'erreur, ai-je cru nécessaire, avant de les publier, de les soumettre à des vérifications répétées, qui les ont d'ailleurs pleinement confirmés. Je désirais aussi pouvoir suivre jusqu'au bout le développement du fruit et étudier le mode de formation des sclérotes dans le *Coprinus stercorarius*.

» D'autres travaux étant venus dans ces derniers mois retarder un peu mes recherches sur ces deux derniers points, je m'étais décidé à publier très-prochainement mes premiers résultats, lorsque, hier (vendredi, 5 février), je reçus, grâce à l'obligeant envoi de l'auteur, communication d'un travail sur ce sujet, présenté en décembre 1874 à la Société physico-médicale d'Erlangen par M. Max Reess (1). M. Reess a pris aussi pour sujet d'études un Coprin, mais d'une autre espèce (*C. stercorarius*), et sa méthode d'observation est quelque peu différente de la mienne. Il sème une spore dans une goutte de décoction de crottin, placée sur un porte-objet découvert et renouvelée de temps en temps, de manière à obtenir des fruits mûrs ; pour quelques points seulement, il introduit le jeune mycélium dans une chambre humide de Geissler, afin de l'étudier de plus près. Je cultive, au contraire, constamment en cellule, et depuis la spore primitive j'observe sur place, et aux forts grossissements, tout le développement de la plante, y compris les débuts de la formation du fruit. Aussi, si nos recherches aboutissent au même résultat général, est-ce

---

(1) Ueber den Befruchtungsvorgang bei den Basidiomyceten (*Sitzungsberichte der physik medic. Societät in Erlangen*, Heft VII), 20 pages et 4 figures, Erlangen 1875.

néanmoins avec des différences assez importantes au point de vue de la structure de l'organe femelle et surtout de la démonstration de l'acte fécondateur, et peut-être trouvera-t-on mes preuves plus concluantes que celles de M. Reess. Je demande donc à l'Académie la permission de lui présenter un très-court résumé de mes observations, afin de constater simplement l'indépendance de mes recherches et de me réserver le droit de les poursuivre dans la voie qui m'est propre.

» Placée en cellule dans une goutte de décoction de crottin, une spore fraîche de *Coprinus ephemeroides* germe bientôt et produit un mycélium rameux, cloisonné, anastomosé non-seulement de branche à branche, mais encore de cellule à cellule le long de chaque branche, et dont les tubes ont environ $0^{mm},003$ de diamètre.

» Dans certaines cultures cellulaires (et c'est le plus grand nombre), les tubes mycéliens produisent, quatre ou cinq jours après le semis, des bouquets d'étroites baguettes insérées, au nombre d'une vingtaine quelquefois, au sommet d'un court rameau latéral dressé. Chaque baguette se divise ordinairement en deux articles ou bâtonnets. Le bâtonnet supérieur se détache et tombe ; l'autre s'accroît par sa base et reforme une baguette qui se divise de nouveau. Quand cette bipartition s'est reproduite deux ou trois fois, l'article basilaire se détache à son tour, et, du bouquet primitif, il ne reste qu'un pédicelle nu à côté duquel gisent un grand nombre de bâtonnets blancs longs de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$, larges de $0^{mm},0015$, et marqués souvent d'un granule brillant à chaque extrémité. Dans mes cultures cellulaires, le mycélium qui a formé ces bâtonnets n'a pas produit autre chose. Semés à leur tour en cellule, dans une goutte de décoction de crottin, ces bâtonnets n'ont pas germé.

» Mais d'autres cultures cellulaires monospermes de la même espèce, toujours moins nombreuses que les premières, préparées en même temps que les précédentes et quelquefois avec des spores provenant du même fruit, m'ont donné un résultat différent. Ici pas de bâtonnets, mais du septième au huitième jour, c'est-à-dire lorsque les bouquets de baguettes sont déjà désarticulés dans les cultures contemporaines, on voit certains rameaux latéraux se renfler au sommet en une grosse ampoule qui se sépare par une cloison du pédicelle qui la porte. En général claviforme ou tubuleuse, quelquefois arquée ou pourvue d'un ou deux étranglements, pleine d'un protoplasma très-dense creusé le plus souvent de trois vacuoles superposées, quatre à cinq fois plus large que son pédicelle et trois à quatre fois

plus longue que large, cette ampoule unicellulaire se termine par un bouton ou courte papille homogène, très-réfringente, comme mucilagineuse, au milieu de laquelle on aperçoit quelquefois une petite vacuole. Ces ampoules sont le plus souvent groupées en rosettes lâches, dont chaque mycélium ne porte tout au plus que deux ou trois. Une fois formées, elles restent quelques jours dans le même état, puis elles dépérissent et se vident, en même temps que le mycélium qui les a produites.

» Ayant donc remarqué que ces deux espèces d'organes, les bâtonnets et les ampoules, produits séparément dans mes cultures, sont toujours stériles quand ils demeurent isolés, j'eus l'idée de voir ce qui arrive quand on fait cesser cet isolement, en amenant les bâtonnets au voisinage des ampoules. Pour cela, ayant obtenu deux cultures contemporaines de nature différente, le huitième jour, c'est-à-dire alors que les rosettes d'ampoules sont déjà bien conformées dans l'une et que les bouquets de baguettes se sont déjà désarticulés dans l'autre, j'ai recueilli des bâtonnets dans celle-ci et les ai portés dans celle-là au point occupé par une rosette d'ampoules; puis, refermant la cellule, j'ai suivi les développements ultérieurs. Environ deux heures après, quelques bâtonnets se trouvaient déjà implantés au sommet de certaines ampoules. Quand il n'y a qu'un bâtonnet par ampoule, ce qui paraît le cas le plus fréquent, il est inséré exactement par une de ses extrémités sur le bouton mucilagineux, auquel il est intimement soudé; il est d'abord plein de protoplasma; mais un peu plus tard on le retrouve à la même place, complétement vidé et réduit à sa mince membrane. Son contenu s'est évidemment déversé dans le protoplasma de l'ampoule. Quand il y a deux ou trois bâtonnets implantés au sommet de l'ampoule, l'un d'eux est inséré exactement sur la papille et se vide ordinairement seul; l'autre (ou les deux autres) est fixé tout à côté et demeure plein : le contraste en est particulièrement instructif.

» Une fois le bâtonnet vidé, l'ampoule change d'aspect. Elle perd ses vacuoles et se remplit d'un protoplasma granuleux; il s'y fait en même temps deux cloisons transversales correspondant aux lames protoplasmiques qui séparaient les trois vacuoles primitives, et elle se trouve transformée ainsi en un gros tube composé de trois cellules superposées en forme de tonneaux. La cellule basilaire, qui est aussi la plus étroite et la plus longue, suivie bientôt de la cellule médiane, pousse ensuite latéralement de gros rameaux arqués, eux-mêmes cloisonnés et rameux, qui se pressent l'un contre l'autre, de manière à former un petit tubercule blanc, commence-

ment du fruit. Ce dernier paraît donc provenir tout entier de l'ampoule fécondée par le bâtonnet. Toutes les ampoules où ne se sont pas fixés de bâtonnets se vident sans éprouver de changements.

» Plusieurs fois répétée, tant sur le *Coprinus ephemeroides* que sur le *C. radiatus*, cette expérience a toujours eu le même résultat, et j'ai pu même une fois réaliser une fécondation croisée en saupoudrant les ampoules du *C. ephemeroides* avec les bâtonnets du *C. radiatus*.

» Ainsi donc, les bâtonnets sont des cellules mâles, des pollinides, au sens que M. Sirodot a donné à ce mot chez les Floridées ; le bouquet de baguettes, avec le pédicelle qui les produit et les porte, est une anthéridie. Les ampoules sont des cellules femelles, des carpogones, et la courte papille qui les termine est un trichogyne rudimentaire. La fécondation s'opère par la conjugaison du pollinide avec la papille du carpogone, à travers laquelle le pollinide déverse son protoplasma dans celui du carpogone. Le fruit provient et paraît provenir tout entier du développement immédiat du carpogone fécondé par le pollinide. Enfin dans mes cultures cellulaires, le mycélium des *Coprinus ephemeroides* et *radiatus* s'est montré dioïque, et cette circonstance a beaucoup contribué à la rigueur de la démonstration.

» C'est à des conclusions analogues, mais moins complètes et surtout beaucoup moins certaines, que M. Reess est arrivé de son côté. Dans ses cultures, le mycélium du *C. stercorarius* a produit à la fois des bâtonnets et des fruits à divers degrés de développement : la fécondation s'y opérait donc spontanément. L'auteur a décrit avec soin les organes mâles, mais des quelques lignes qu'il consacre à l'organe femelle et à la fécondation ellemême, il résulte qu'il n'a ni aperçu le vrai carpogone monocellulaire, muni d'une papille terminale et non encore fécondé, ni vu les bâtonnets se fixer à la papille encore pleins de protoplasma et s'y vider. Redescendant du fruit développé à ses états de plus en plus jeunes, tandis que je remonte, au contraire, du mycélium au fruit, M. Reess a rencontré finalement un gros tube tricellulaire portant sur son sommet arrondi un ou deux bâtonnets vides d'origine inconnue. Il n'est pas allé plus loin. Il regarde donc ce gros tube tricellulaire comme le carpogone, et, identifiant hypothétiquement le bâtonnet vide d'origine inconnue avec un bâtonnet de Coprin, il admet comme une *explication vraisemblable* le mode de fécondation que je crois avoir *pleinement démontré*. »

PHYSIQUE. — *Sur la nouvelle balance de M.* Mendeleef. Note de M. **Salleron**, présentée par M. H. Mangon.

(Commissaires : MM. Regnault, Berthelot, H. Mangon, Tresca.)

« Toutes les fois que l'on a voulu peser avec une grande précision des poids un peu considérables, 1 kilogramme par exemple, on a construit des balances à fléaux très-longs, que l'on s'est efforcé d'alléger en les évidant. Cette construction n'est que l'application logique des principes théoriques; mais elle a pour inconvénients l'augmentation de l'inertie et la lenteur des oscillations, en sorte que les pesées exigent beaucoup de temps.

» M. Mendeleef, professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg, a pensé que l'on pourrait obtenir des résultats aussi précis, tout en opérant plus rapidement avec des balances à fléaux très-courts : l'appareil représenté *fig.* 1 a été construit d'après ses idées.

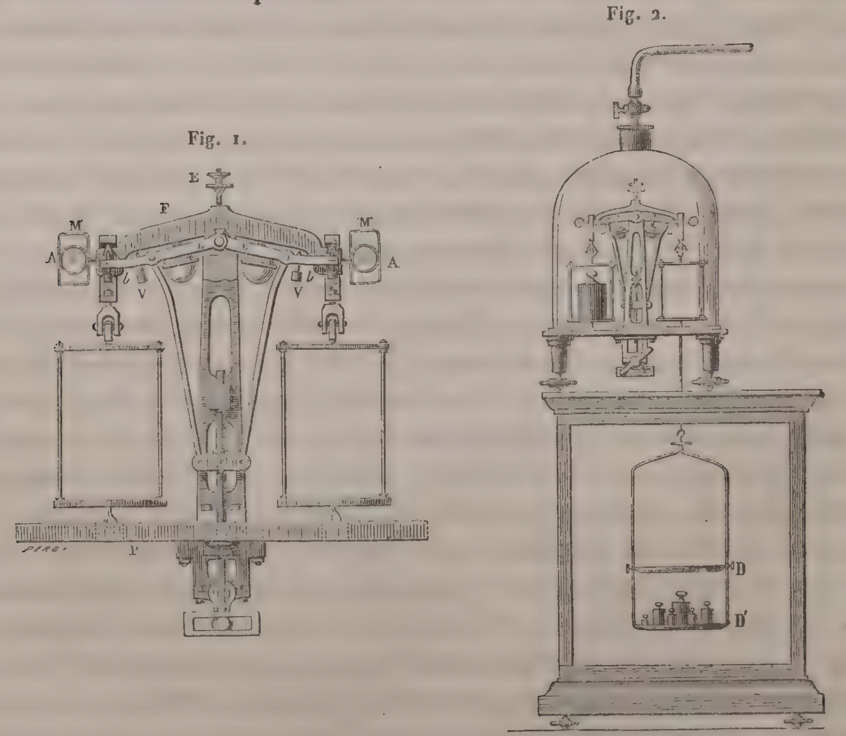


Fig. 1.

Fig. 2.

» Le fléau F n'a que 12 centimètres de longueur totale; toutes les parties sont en aluminium ou en bronze d'aluminium, afin de diminuer le poids, et l'on a conservé les dispositions ordinaires de la suspension des

plateaux, attachés sous des plans de cristal de roche reposant sur des couteaux d'acier. Le réglage du centre de gravité s'obtient aussi à l'aide d'écrous E, se déplaçant au-dessus de l'axe de suspension du fléau. Ce dernier étant très-court, ses oscillations ont une faible amplitude; c'est pourquoi, au lieu de les suivre au moyen d'une aiguille qui se meut devant un arc de cercle divisé, on a placé à chaque extrémité du fléau un anneau A portant un réticule, et derrière celui-ci un micromètre M divisé en dixièmes de millimètre. La croisée des fils se déplace devant cette division, et, à l'aide d'une lunette-viseur, on peut suivre aisément les mouvements du fléau.

» A l'aide de cette disposition, on reconnaît que, la balance étant équilibrée avec 1 kilogramme dans chaque plateau, une surcharge de 1 milligramme donne au fléau une inclinaison de 15 divisions, d'où il suit que l'on peut apprécier nettement $\frac{1}{15}$ de milligramme, c'est-à-dire peser 1 kilogramme avec une erreur relative moindre que $\frac{1}{15000000}$. Je ne crois pas que cette approximation ait été atteinte jusqu'à présent d'une manière aussi pratique, et cette facilité résulte de la petite longueur du fléau, qui réduit à quelques secondes la durée des oscillations; pour cette raison, les pesées n'exigent qu'un temps fort court.

» La balance est montée sur une platine rodée P, et, comme son volume total est très-réduit, on peut la couvrir au moyen d'une cloche de machine pneumatique ordinaire, ce qui permet de faire les pesées dans le vide, sans le secours d'un appareil spécial.

» J'appelle encore l'attention sur une disposition nouvelle, qui a été adoptée dans cette balance, pour mettre le fléau en liberté ou arrêter ses oscillations. La disposition ordinairement employée consiste essentiellement, comme on sait, en une traverse horizontale qui soulève les étriers et arrête les oscillations du fléau : cette traverse se déplace parallèlement à elle-même, tandis que le fléau décrit un arc de cercle. Les surfaces frottantes de ces organes changent donc pour chaque inclinaison du fléau; il en résulte un déplacement latéral des chapes d'agate sur les couteaux d'acier. Ce glissement occasionne des vibrations qui, non-seulement nuisent à la stabilité de l'appareil, mais encore usent rapidement les tranchants des couteaux et détruisent la sensibilité de la balance.

» Dans le nouvel appareil, on a remédié à ce défaut en substituant au bras horizontal deux leviers articulés autour d'un axe placé sur le prolongement de l'arête du couteau; à l'extrémité de chacun de ces leviers sont taraudées des vis coniques V, dont les pointes s'engagent dans des cônes

fraisés sous les chapes. De cette manière, les pointes des vis et les sommets des cônes décrivant une même circonférence, il y a contact des mêmes points dans toutes les positions, sans aucun glissement.

» Réduite aux dimensions indiquées, la balance ne pourrait être utilisée pour peser des corps volumineux, et son emploi serait limité à quelques cas particuliers, comme la comparaison et la vérification des poids; mais on peut lui demander les mêmes services qu'aux balances ordinaires, en l'installant au-dessus d'une cage vitrée, comme le représente la *fig.* 2.

» A l'un des bras du fléau se trouve suspendu un grand étrier, renfermé dans la cage et portant deux plateaux superposés. Sur l'un de ceux-ci se trouve une série de poids de 1 kilogramme, comprenant toute la subdivision jusqu'aux fractions de milligramme. Cette série, ainsi que l'étrier et les plateaux, est équilibrée sur le second bras par un poids unique. Lorsqu'on veut faire une pesée, on place le corps sur le plateau libre et l'on retire des poids jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli; les poids enlevés représentent le poids du corps, quelles que soient les longueurs relatives des deux bras du fléau.

» Cette méthode de pesée par substitution, qui d'ailleurs n'est pas nouvelle, équivaut à une double pesée, sans qu'il soit besoin de faire la tare pour chaque expérience. De plus, la charge de la balance demeurant constante, il en est de même de sa sensibilité. »

NAVIGATION. — *Sur des courbes de roulis obtenues par la photographie.* Note de M. **Huet.**

(Commissaires : MM. Pâris, Jamin, Dupuy de Lôme.)

« Les diverses théories qu'on a données jusqu'à ce jour concernant le mouvement du navire sur une mer agitée ne sont qu'approchées. C'est donc à l'expérience qu'il appartient de montrer sur quel degré d'exactitude on peut compter, en appliquant au navire les résultats de la théorie. Pour exécuter cette vérification, il faut enregistrer les inclinaisons successives qu'une houle donnée imprime au navire.

» La photographie permet d'obtenir la loi de ces inclinaisons. En effet, supposons qu'un appareil photographique, ayant son axe perpendiculaire au plan diamétral, soit mis au point sur la ligne d'horizon : on obtiendra sur la plaque les images de la mer et du ciel, séparées par une ligne horizontale qui sera l'image de l'horizon. Repérons sur l'appareil la position de cette image, quand le bâtiment est droit; s'il vient à s'incliner d'un angle i,

autour d'un axe horizontal parallèle au plan diamétral, l'image de la ligne d'horizon restera parallèle à la ligne primitive, mais en se déplaçant d'une quantité égale à $f \tang i$, f étant la distance focale de l'objectif.

» Supposons maintenant qu'on place devant la glace sensible un volet fixe, percé d'une fente verticale; l'image sera interceptée, sauf dans la partie de la glace située derrière la fente : on aura ainsi, sur la plaque, une bande étroite de deux teintes différentes, correspondant au ciel et à la mer, divisées par un segment de la ligne d'horizon. Par suite, si l'on prend une photographie instantanée, au moment où le navire est incliné d'un angle i, on aura un segment de la ligne d'horizon, et la distance de ce segment à la ligne horizontale primitive fera connaître l'angle i. Pour réaliser ces conditions, il suffit de faire glisser horizontalement la plaque sensible d'un mouvement uniforme.

» Si, pendant ce mouvement, le navire reste droit, le segment de l'image de la ligne d'horizon restera à une hauteur constante sur la plaque; par suite, il tracera sur cette plaque une droite horizontale.

» Supposons maintenant que le navire roule. A un instant donné, il aura une certaine inclinaison i, et, à ce moment, une certaine zone de la plaque se trouvera derrière la fente. L'image de l'horizon traversera la fente en un point de cette zone, et se fera sur la plaque à une distance de la ligne de repère égale à $f \tang i$, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

» Comme l'angle i et, par suite, la distance de l'image instantanée à la ligne de repère varient d'une manière continue, pendant que la plaque glissera, les images successives décriront sur la plaque une certaine courbe. Cette courbe fera connaître l'inclinaison du bâtiment à un instant quelconque.

» Il est vrai que le roulis est généralement accompagné de tangage, et alors l'axe d'inclinaison fait un angle quelconque avec le plan diamétral. Aussi, pour obtenir les inclinaisons exactes du navire, il faudrait disposer un deuxième appareil, dont l'axe serait parallèle au plan diamétral. Alors on aurait, à chaque instant, la trace du plan de l'horizon sur deux plans perpendiculaires liés au navire; il serait facile, si on le jugeait nécessaire, d'en déduire par la Géométrie descriptive la direction de l'axe autour duquel le navire est incliné et la grandeur de l'inclinaison.

» J'ai été autorisé à essayer ce procédé sur un des appareils de la photographie du port de Brest. Un volet percé d'une fente verticale était placé devant la glace; le mouvement était donné par un fil enroulé sur une poulie qu'on manœuvrait à la main. Cet appareil fut placé à bord d'un

petit navire à vapeur de l'État. Les épreuves que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie montrent les résultats obtenus.

» Le collodion employé dans tous ces essais est celui qui a été indiqué par M. l'enseigne de vaisseau des Essards, dans ses conférences sur la Photographie, faites à bord de *la Renommée*, vaisseau-école d'application des aspirants.

» L'appareil panoramique légèrement modifié permettra de poursuivre ces essais. Il suffit, en effet, de fixer la chambre noire de cet appareil, de rétrécir la fente jusqu'à la largeur convenable, et de communiquer, au moyen d'un appareil d'horlogerie, un mouvement uniforme au châssis qui porte la glace. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouvel électro-aimant, formé de tubes de fer concentriques, séparés par des couches de fil conducteur.* Mémoire de M. **J. Camacho**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Bréguet.)

« Le nouvel électro-aimant, dont j'ai l'honneur d'adresser le dessin à l'Académie, a été construit en vue d'obtenir, avec des courants relativement faibles, des effets dynamiques très-considérables.

» Chacun des noyaux est formé d'une série de tubes concentriques, laissant entre eux un intervalle à peu près égal à leur épaisseur; sur chacun des tubes est enroulé, toujours dans le même sens, un fil de cuivre isolé, l'épaisseur de la couche de fils étant plus grande sur le tube extérieur.

» Les extrémités du fil correspondant à chaque tube traversent la culasse métallique et sont réunies de manière à ne former qu'un seul et unique conducteur, disposé de la façon suivante : le fil, après s'être enroulé sur l'un des deux tubes extérieurs, passe sur le tube intérieur le plus voisin de ce dernier, puis sur le tube concentrique au précédent, et ainsi de suite, jusqu'au tube central de ce noyau; puis le fil, après avoir longé la culasse, s'enroule alors autour du tube central du second noyau, à l'intérieur duquel il suit une marche inverse de la marche indiquée pour le premier noyau, c'est-à-dire que, après s'être enroulé successivement et dans le même sens sur chacun des tubes concentriques, en passant du plus petit au plus grand, il sort enfin après avoir enveloppé le tube extérieur de ce second noyau (1).

(1) Le diamètre du tube extérieur est de 12 ½ centimètres, et l'épaisseur des tubes con-

» Voici le résultat de quelques expériences faites avec cet électro-aimant :

» En employant le courant de 10 éléments Bunsen de grandeur ordinaire, au bichromate de potasse, la force attractive de l'électro-aimant, à une distance de 12 $\frac{1}{2}$ millimètres, est de 713 kilogrammes, et le temps nécessaire au développement de l'aimantation pour soulever ce poids est de $1^s,33$.

» Si l'on coupe les fils qui passent d'un noyau à l'autre de l'électro-aimant, qu'on lie ensuite les quatre extrémités libres en croix, c'est-à-dire que l'extrémité inférieure du fil du noyau de droite soit liée à l'extrémité supérieure du fil du noyau de gauche, et le fil supérieur du noyau de droite au fil inférieur de gauche; si l'on fait alors passer le courant de ces mêmes 10 éléments, mais associés en deux séries parallèles de 5 éléments chacune, on voit que la puissance de l'électro-aimant n'a pas changé, mais que le temps nécessaire à l'aimantation se réduit au quart, soit 0,33 de seconde.

» Enfin, si l'on recouvre chacune des deux bobines de l'électro-aimant d'une rondelle en fer doux, qui relie ainsi la partie supérieure des quatre noyaux concentriques qui les constituent, l'électro-aimant perd de sa puissance et se retrouve dans les conditions d'un électro-aimant ordinaire à noyau plein. »

Après avoir indiqué les considérations théoriques qui l'ont conduit à la disposition adoptée, l'auteur ajoute :

« L'expérience a montré que, si l'on recouvre les extrémités polaires des tubes qui constituent chaque noyau de l'électro-aimant au moyen d'une rondelle en fer, l'électro-aimant perd sa grande puissance et se retrouve dans les mêmes conditions qu'un électro-aimant ordinaire. En effet, le magnétisme que prendront les rondelles aura été développé par l'influence des extrémités polaires de tous les tubes qui les toucheront; mais ces extrémités polaires ne peuvent pas développer un magnétisme plus grand que celui qu'elles possèdent, et cela seulement sur les atomes des rondelles qu'elles touchent, de sorte que le magnétisme des atomes situés de l'autre

centriques, qui sont au nombre de quatre, est d'environ 6 millimètres; le fil de cuivre isolé présente un diamètre de $\frac{1}{10}$ de millimètre, et le nombre des spires de fil enroulé est de sept à l'extérieur et de deux seulement entre chacune des séries de tubes concentriques formant noyau; dans ces conditions, la hauteur des noyaux étant de 20 centimètres, la longueur totale du fil est d'environ 600 mètres; son poids correspondant à cette longueur est de $11^{kg},500$, et le nombre total de tours est de 2000.

côté des rondelles, c'est-à-dire à l'extérieur, sera très-faible, par suite même de l'épaisseur de ces dernières.

» De plus, comme les extrémités libres des tubes dont chaque noyau est formé ont toutes les mêmes pôles magnétiques, en les réunissant entre eux par une rondelle de fer, il se développe entre ces pôles des réactions qui diminuent la force magnétique du système, ainsi que cela se passe dans les faisceaux formés d'aimants permanents. »

BOTANIQUE. — *Sur la place à donner aux Gymnospermes dans la classification naturelle.* Note de M. **L. Lerolle**, présentée par M. Chatin.

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin.)

« Il est incontestable que l'absence ou la présence d'organes quelconques doit avoir dans la classification naturelle une valeur plus grande que le simple arrangement de ces organes, quand ils existent. C'est en vertu de ce principe que les Cryptogames furent divisées en deux grands groupes secondaires : les Cryptogames cellulaires et les Cryptogames cellulo-vasculaires. Or, parmi les Phanérogames, le groupe particulier des Gymnospermes ne présente jamais dans son bois que des fibres sans vaisseaux, tandis que les Monocotylédones et les Dicotylédones ont toujours des vaisseaux accompagnant les fibres; c'est là, évidemment, un caractère d'infériorité des Gymnospermes par rapport aux Angiospermes.

» Le feuillage, dans aucune espèce de Conifères, n'atteint la complication de structure de celui des Dicotylédones, ni de la plupart des Monocotylédones, et l'on peut dire que chez les Conifères il n'est réellement qu'une ébauche des organes appendiculaires qui constituent d'abord les feuilles des autres Phanérogames, Monocotylédones ou Dicotylédones, et qui devront ensuite se métamorphoser en sépales, pétales, étamines ou carpelles.

» Une fleur complète se compose d'un calice, d'une corolle, d'un androcée et d'un pistil. La très-grande majorité des Phanérogames a des fleurs complètes. Cependant dans les séries inférieures, les Dicotylédones apétales déclives et quelques Monocotylédones spadiciflores, les fleurs sont nues, sans calice ni corolle, souvent réduites à une seule étamine ou à un carpelle unique, dépourvues dans l'un et l'autre cas d'un véritable périanthe. Et bien, ce qui chez les Angiospermes, même dans l'ordre inférieur des Monocotylédones, n'a lieu qu'exceptionnellement et est unanimement considéré comme une marque d'infériorité, devient général chez

les Gymnospermes et indique nécessairement l'infériorité du groupe entier.

» Si nous analysons maintenant les fleurs femelles des Gymnospermes, nous voyons tout d'abord qu'elles n'ont jamais d'enveloppes florales, non plus que les fleurs mâles; que les feuilles carpellaires manquent également, de sorte que les graines sont toujours nues, contrairement à ce qui a lieu chez les Phanérogames angiospermes.

» Poursuivons-nous encore plus loin nos investigations, dans les fleurs femelles ou dans les ovules nus qui les représentent, nous trouvons dans les parties composantes essentielles un manque de fixité, une sorte d'hésitation pourrait-on dire, que l'on ne voit jamais, ou que très-exceptionnellement dans les végétaux supérieurs. Ainsi, chaque ovule de Gymnosperme contient originairement plusieurs embryons, quoiqu'un seul d'entre eux arrive ordinairement à se développer, et chacun de ces embryons supporte lui-même un nombre variable de cotylédons, nombre qui n'est jamais au-dessous de 2, mais qui dans les graines de certaines espèces peut s'élever bien plus haut, savoir : dans les *Callithrix*, 3, 4, 5 ou 6; dans le *Taxodium*, 5, 9; dans les *Larix*, 5; dans les *Cedrus*, 9; dans les *Pinus*, de 5 à 18.

» Où est donc, dans ces végétaux, cette inflexible fixité du nombre des cotylédons, si remarquable dans les deux ordres des Monocotylédones et des véritables Dicotylédones, et sur laquelle tous les botanistes se basent pour délimiter sommairement ces deux grandes divisions naturelles? Évidemment elle n'existe pas chez les Gymnospermes.

» En résumé, nous trouvons dans le groupe des Gymnospermes, comparé au groupe des Angiospermes, les marques suivantes d'infériorité : 1° manque de vaisseaux dans les couches d'accroissement de la tige; 2° feuilles remplacées par des productions appendiculaires généralement contractées ou écailleuses; 3° manque de délimitation précise entre les fleurs et l'inflorescence; 4° manque constant et dans les deux sexes d'enveloppes florales; 5° manque constant dans les fleurs femelles d'un péricarpe protégeant les graines; 6° multiplicité des embryons dans les graines; 7° enfin manque de fixité dans le nombre des cotylédons, même chez les individus d'un même genre naturel.

» Ces raisons ne sont-elles pas suffisantes pour placer les Gymnospermes au-dessous des Dicotylédones? MM. Le Maoût et Decaisne, dans leur *Botanique générale*, disent « qu'on pourrait les considérer comme intermé- » diaires entre les Phanérogames et les Cryptogames si l'on se contentait » de quelques ressemblances extérieures, comme celles qui existent entre » les *Ephedra* et les *Equisetum*, entre les Cycadées et les Fougères. »

» J'ajouterai que si l'on réserve les noms de *spores* aux semences dépourvues d'embryon cotylédoné, et de *fruits* aux ovaires mûris, le règne végétal se trouvera divisé en végétaux dépourvus de graines, ou Cryptogames, et en végétaux pourvus de graines, ou Phanérogames, ces derniers se subdivisant à leur tour en végétaux dépourvus de fruits, ou Apéricarpiens, et en végétaux pourvus de fruits ou Péricarpiens. Cette classification est d'accord avec l'ordre d'apparition des végétaux à la surface de la terre. »

ZOOLOGIE. — *Rectification à une Note précédente concernant l'espèce de Phylloxera observée à Vienne par Kollar.* Note de M. **J. Lichtenstein.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans le tableau synoptique des espèces du genre *Phylloxera*, que j'eus l'honneur d'adresser à l'Institut au mois d'octobre dernier, il s'est glissé une erreur involontaire. Me fiant aux ouvrages antérieurs, j'ai cité, d'après M. Signoret, l'*Acanthochermes* de Kollar comme synonyme du *Phylloxera quercûs;* je ne pouvais pas, à Montpellier, consulter les travaux de l'entomologiste viennois, que nous n'avons pas dans notre bibliothèque.

» La collection des *Comptes rendus* de l'Académie de Vienne ayant été gracieusement mise à ma disposition par M. le Secrétaire perpétuel, j'ai pu m'assurer que l'*Acanthochermes quercûs* de Kollar est un insecte tout différent de notre *Phylloxera quercûs*. Une courte description de la forme aptère, seule connue jusqu'à présent, le prouvera :

« L'insecte est vert, plat et complétement arrondi sous sa première forme ; ses bords sont frangés de verrues charnues, étoilées, à six branches ; il est enchâssé sous les feuilles, dans un enfoncement qui ressort en relief, en galle lisse, lenticulaire sur la face supérieure. Après avoir mué, il sort de l'enveloppe qu'il laisse dans sa niche et prend une forme allongée ; les franges des bords latéraux deviennent de simples pointes, non étoilées. Sous cet état, il pond cinquante œufs environ en un tas, se raccornit et meurt, comme les femelles des Coccidées.

» De ces œufs sortent alors des jeunes très-semblables, cette fois, au Phylloxera ordinaire, sans aucune verrue ; seulement, le rostre est très-court et arrive à peine aux secondes pattes. »

» Il est évident qu'il y a eu erreur dans la synonymie, et l'espèce de Kollar doit être séparée des autres. Elle méritera peut-être, quand tous ses états seront connus, de former un genre à part, et, en attendant, je proposerai pour elle le nom de *Phylloxera acanthochermes,* Kollar. Elle vit à Schönbrun, près Vienne, en mai, sur le *quercus sessiliflora*. Je ne serais pas étonné que le *Phylloxera scutifera* de M. Signoret fût le même insecte, et

que cet entomologiste eût pris pour un bouclier la dépouille frangée de la première mue. Cela porterait à cinq les espèces françaises ou européennes :

» 1. *P. vastatrix*, syn. *vitifoliæ, vitisana* (Asa Fitch et Westwood).
» 2. *P. quercûs*, B. de Fonscolombe; *coccinea* (Heyden).
» 3. *P. Rileyi*, Licht.; *corticalis*, Kollar; *Lichtensteinii* (Balbiani).
» 4. *P. Balbiani*, Licht.
» 5. *P. acanthochermes*, Kollar (syn. *scutifera*, Signoret).

» Mes divisions sont du reste encore très-imparfaites, je suis le premier à le reconnaître; ce n'est que quand le cycle complet des métamorphoses de ces Protées sera connu, qu'on pourra oser entreprendre une monographie de la famille des *Phylloxériens*. Le nouveau venu, ou plutôt le ressuscité, puisque le travail de Kollar date de 1848, rattacherait ces insectes plutôt aux Coccidiens qu'aux Aphidiens. »

M. **Boutin**, délégué de l'Académie, adresse un Mémoire comprenant l'ensemble de ses analyses comparatives, effectuées sur la vigne saine et sur la vigne phylloxérée.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Hemmerich**, Mme **Brémont** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Ch. Guérin** adresse une Note relative à une pile analogue à celle de Bunsen, dans laquelle le zinc serait remplacé par le fer. L'auteur remplace, en outre, l'acide sulfurique par l'acide chlorhydrique; l'acide azotique, par une solution de prussiate rouge de potasse.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Fremy, Bréguet.)

M. **G. Peyras** adresse une Note relative à l'emploi de fumigations pour combattre les épizooties.

(Renvoi à l'examen de M. Bouley.)

M. **Fua** adresse une nouvelle Lettre concernant ses précédents Mémoires sur les moyens de prévenir les explosions dans les houillères.

Cette Lettre, ainsi que les Mémoires dont il est question, sera soumise à

l'examen d'une Commission composée de MM. Chevreul, Morin, Edm. Becquerel, Daubrée.

M. **Houzé de l'Aulnoit** adresse une nouvelle Note sur l'immobilisation articulaire, appliquée au pansement des amputés, et joint à cet envoi un exemplaire de son « Étude sur les amputations sous-périostées ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'année scientifique et industrielle de M. *L. Figuier*, 1874 »;

2° Divers documents, adressés par M. *Guerrier de Dumas*, président du Comité d'organisation du Congrès international des Américanistes, dont la première session se tiendra à Nancy, en juillet 1875.

M. **Max. Cornu** adresse ses remercîments à l'Académie pour la récompense qui lui a été accordée dans la dernière séance solennelle.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (141), *faites à l'Observatoire de Paris, par MM.* **Henry** *et par M.* **Baillaud**. (Présenté par M. Le Verrier.)

1875.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	l. f. p.	Distance polaire.	l. f. p.	Étoiles de comp.	Observ.
		h m s	h m s		° ′ ″			
Janv.	26.	10. 3.42	10.26.24,50	$-\bar{1}$,535	82.30.59,3	−0,796	*a*	P. et Pr Henry.
	27.	11. 7. 9	10.25.35,88	$-\bar{1}$,436	82.30.12,2	−0,784	*a*	Baillaud.
	27.	12.12.47	10.25.33,44	$-\bar{1}$,244	82.30.11,9	−0,774	*a*	P. et Pr Henry.
	30.	12. 5.54	10.23. 7,53	$-\bar{1}$,215	82.27.22,5	−0,774	*b*	P. et Pr Henry.
Fév.	1.	10.59. 5	10.21.27,84	$-\bar{1}$,402	82.25. 8,9	−0,781	*b*	Baillaud.
	1.	10.52.59	10.21.25,74	$-\bar{1}$,228	82.25. 5,7	−0,773	*b*	P. et Pr Henry.
	1.	12.26.28	10.21.24,53	$-\bar{1}$,077	82.25. 2,8	−0,770	*b*	Baillaud.
	4.	10.59.26	10.18.48,81	$-\bar{1}$,357	82.20.55,6	−0,778	*c*	Baillaud.
	4.	11.55.35	10.18.45,54	$-\bar{1}$,152	82.21. 1,9	−0,771	*d*	P. et Pr Henry.
	4.	11.58.14	10.18.46,42	$-\bar{1}$,138	82.20.51,7	−0,771	*c*	Baillaud.
	5.	11.45.24	10.17.51,17	$-\bar{1}$,181	82.19.32,2	−0,772	*d*	P. et Pr Henry.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1875,0.

Étoiles de comp.		Autorités.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.
				h m s	° ′ ″
a	476	Weisse H-X.....	6ᵉ	10.28.16,94	82.24.15,8
b	403	Weisse H-X.....	8ᵉ	10.23.55,47	82.18. 4,6
c	2295	Arg. B. Zone + 7°.	9ᵉ,5	10.17.51,40	82.26. 0,0
d	339	Weisse H-X.....	8ᵉ	10.20.53,35	82. 8.52,3

» Les positions des étoiles de comparaison sont déduites des Catalogues, et devront recevoir de légères corrections lorsqu'elles auront été observées aux instruments méridiens. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des intégrales d'un système quelconque d'équations différentielles, comprenant comme cas très-restreint les équations dites* aux dérivées partielles. Note de M. **Ch. Méray.**

« **1.** Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre une courte analyse d'un Mémoire dans lequel je démontre rigoureusement l'existence des intégrales d'équations aux dérivées partielles, à plusieurs fonctions inconnues.

» Ce travail, dont la rédaction détaillée sera adressée sous peu de jours à l'Académie, était déjà terminé lorsque j'ai eu connaissance de celui de M. Darboux sur le même sujet. Mes procédés sont tout différents de ceux de ce géomètre, et mes résultats me paraissent notablement plus complets que les siens.

» **2.** Je considère seulement des équations du premier ordre, cas auquel tous les autres peuvent être ramenés facilement, et je m'attache principalement à l'étude de certains systèmes d'une importance prédominante auxquels je donne le nom de systèmes *immédiats.* Ils sont définis par les deux conditions suivantes :

» I. *Les équations différentielles d'un semblable système expriment immédiatement quelques dérivées* (premières) *des fonctions inconnues en fonctions composées des variables indépendantes, de ces mêmes fonctions inconnues et de leurs autres dérivées* (premières).

» Dans un système de cette espèce, j'appelle, pour chaque fonction inconnue : 1° *principales*, les variables indépendantes de la question, par rapport auxquelles sont prises les dérivées dont les équations différentielles fournissent les expressions en fonctions composées des autres quantités ; 2° *paramétriques*, toutes les autres variables indépendantes. Et il va sans dire

qu'une même variable peut être principale pour telle fonction, et paramétrique pour telle autre.

» Je divise encore les dérivées de tous ordres d'une même fonction en dérivées *paramétriques* et *principales*: les premières sont celles qu'engendrent des différentiations opérées exclusivement par rapport aux variables paramétriques de cette fonction; les dernières sont celles qui proviennent de différentiations intéressant essentiellement quelque variable principale. Ainsi, moyennant cette distinction : *Les équations différentielles d'un système immédiat expriment toutes les dérivées principales premières, des fonctions inconnues en fonctions composées des variables, des fonctions inconnues et de leurs dérivées paramétriques premières.*

» II. *Les expressions fournies par les équations différentielles d'un système immédiat, pour les dérivées premières* (principales) *d'une même fonction inconnue u, ne renferment aucune dérivée* (paramétrique première) *de toute autre fonction inconnue v, dont quelque variable principale serait paramétrique pour la fonction u.*

» 3. Je distingue les intégrales d'un système immédiat en deux classes :

» I. Les intégrales *ordinaires*, dont les valeurs et celles de leurs dérivées paramétriques premières, associées aux valeurs actuelles des variables indépendantes, tombent dans les limites d'olotropie (voir mon *Nouveau Précis d'analyse infinitésimale*) de tous les seconds membres des équations différentielles proposées, envisagés un instant comme fonctions simples de ces trois sortes de quantités considérées elle-mêmes comme autant de variables indépendantes.

» II. Les intégrales *singulières* qui, dans les mêmes circonstances, font cesser l'olotropie de quelque second membre.

» 4. Laissant de côté les intégrales singulières, j'étudie les rapports des intégrales ordinaires avec les équations du système immédiat proposé, et, en nommant *genre* d'une dérivée principale d'ordre quelconque n le nombre ν ($<$ ou $= n$) des différentiations principales que comporte sa formation, j'établis, sans difficulté d'ailleurs, les deux propositions suivantes :

» I. *Quand il existe des intégrales ordinaires, leurs dérivées principales, d'ordre n et de genre ν, s'expriment indéfiniment, au moyen des équations différentielles proposées et des formules qui s'en tirent par des différentiations successives, en fonctions composées des variables, des intégrales considérées elles-mêmes, de leurs dérivées* (quelconques) *d'ordres inférieurs à n et de leurs dérivées d'ordre n, soit paramétriques, soit principales et de genres inférieurs à ν.*

» II. *A l'aide des mêmes moyens combinés avec des éliminations successives convenables, les dérivées principales d'ordre n des mêmes intégrales s'expriment, sans distinction de genres, en fonctions composées des variables indépendantes, des intégrales elles-mêmes et de leurs dérivées purement paramétriques d'ordres égaux ou inférieurs à n.*

» En nommant x_0, y_0, z_0,... des valeurs *initiales* particulières des variables indépendantes x, y, z,... tombant dans les limites d'olotropie d'un groupe d'intégrales ordinaires, et en posant $x = x_0$, $y = y_0$, $z = z_0$,... dans les formules dont il vient d'être question, on obtient immédiatement cette autre proposition :

» III. *Les valeurs initiales des dérivées principales d'un groupe d'intégrales ordinaires* (ce sont les valeurs que prennent ces dérivées pour $x = x_0$, $y = y_0$, $z = z_0$,...) *peuvent être calculées au moyen de l'un ou de l'autre de ces deux tableaux de formules, et par conséquent on peut construire les développements de ces intégrales par la formule de Taylor, dès que l'on connaît seulement les valeurs initiales de ces intégrales et de toutes leurs dérivées purement paramétriques, ou, ce qui est équivalent, les déterminations initiales des mêmes intégrales, c'est-à-dire pour chacune, la fonction de ses seules variables paramétriques à laquelle cette intégrale se réduit, quand ses variables principales sont fixées à leurs valeurs initiales.*

» 5. Pour la valeur initiale d'une même dérivée principale, les formules ci-dessus mentionnées peuvent donner plusieurs expressions différentes, quand cette dérivée est *complexe*, c'est-à-dire quand sa formation implique des différentiations intéressant plusieurs variables principales distinctes de l'intégrale correspondante; car alors cette dérivée peut être tirée par différentiation de plusieurs équations distinctes du système immédiat proposé. Cette particularité peut même se présenter pour une dérivée *simple*, c'est-à-dire dont les différentiations génératrices n'intéressent pas plus d'une variable principale; car l'expression primitive d'une dérivée simple peut contenir des dérivées complexes qui sont, comme je viens de le dire, susceptibles de plusieurs formes, même avant toute élimination.

» Il résulte de cette observation que l'application de l'algorithme qui fournit les valeurs initiales des dérivées principales à des fonctions arbitraires des variables paramétriques des fonctions inconnues, que l'on ne saurait pas d'avance être les déterminations initiales de certaines intégrales ordinaires, peut fournir pour une même dérivée des valeurs numériquement distinctes, et, par suite, n'*engendrer aucun groupe d'intégrales*, abstraction faite de toute considération de convergence.

» Je suis ainsi conduit à partager les systèmes d'équations différentielles immédiats en deux classes fort distinctes :

» I. Les systèmes *passifs* pour lesquels l'algorithme en question fournit indéfiniment, et cela quelles que soient les fonctions arbitraires sur lesquelles on peut l'exécuter, des expressions *algébriquement* concordantes pour une même dérivée principale quelconque.

» II. Les systèmes *capricieux*, où cette identité des expressions d'origines différentes d'une même dérivée principale n'a pas toujours lieu, au moins algébriquement.

» La nature d'un système immédiat envisagé à ce point de vue se détermine au moyen de la proposition suivante :

» *Pour qu'un système immédiat donné soit passif, il est nécessaire et suffisant que les deux expressions calculées en vertu du théorème II du n° 4, pour toute dérivée complexe seconde d'une fonction inconnue quelconque, soient dans tous les cas des fonctions identiquement égales des variables x, y, z,..., des fonctions inconnues et de leurs dérivées paramétriques des deux premiers ordres, ces quatre sortes de quantités étant, bien entendu, considérées pour un moment comme autant de variables indépendantes distinctes.*

» Ce théorème fournit, pour la *passivité* d'un système immédiat, autant d'équations de condition qu'il y a d'unités dans la somme des nombres qui, pour chaque fonction inconnue, expriment combien ses variables principales offrent de combinaisons deux à deux.

» 6. J'énonce en ces termes la proposition qui assure l'existence des intégrales ordinaires d'un système immédiat passif quelconque :

» *Considérons un instant les variables indépendantes, les fonctions inconnues et leurs dérivées paramétriques premières comme autant de variables indépendantes distinctes, représentées graphiquement, selon l'usage, par des points en même nombre rapportés, chacun dans un plan spécial, à un couple d'axes coordonnés rectangulaires.*

» *Si, pour toutes les valeurs de ces quantités tombant à l'intérieur d'aires limitatives* (S) *données dans les plans coordonnés, les seconds membres des équations différentielles du système immédiat proposé en sont fonctions olotropes, et si les conditions de passivité sont satisfaites, ces équations admettent en x_0, y_0, z_0,..., valeurs initiales des variables prises à volonté dans celles des aires* (S) *qui leur correspondent, un groupe* (unique) *d'intégrales ordinaires* (olotropes), *ayant pour déterminations initiales des fonctions olotropes de leurs variables paramétriques, choisies arbitrairement sous la simple condition que leurs valeurs initiales et celles de leurs dérivées premières tombent dans celles des aires* (S) *qui*

sont relatives aux fonctions inconnues correspondantes et à leurs dérivées paramétriques premières.

» 7. Je traite finalement les systèmes immédiats passifs quelconques, en prouvant que *tout système de cette espèce, s'il n'est linéaire, se ramène à un système de même nature, mais linéaire, dont les intégrales ordinaires comprennent toutes les siennes;* théorème fort important à d'autres points de vue, dont la combinaison avec la proposition précédente complète la démonstration de mon théorème fondamental.

» Je termine par quelques mots sur les intégrales *exceptionnelles* d'un système immédiat capricieux, et sur les intégrales singulières d'un système immédiat quelconque. »

CHIMIE. — *Nouvelle Note sur l'équilibre moléculaire des solutions d'alun de chrome; Réponse à une Note de M.* Gernez (1); par M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Comme preuve de la non-existence de l'alun de chrome violet, tout formé, dans les solutions d'alun vert longtemps conservées en vases clos, M. Gernez annonce que, par l'application d'un froid de — 20 degrés, la solution de sel violet, saturée à 42 degrés, donne des cristaux, tandis que la solution verte anciennement préparée n'en produit pas. S'il en était ainsi, la solution de sel violet, saturée à 42 degrés, devrait *toujours* cristalliser après refroidissement à — 20 degrés. Or, en évitant avec soin la présence des germes (2), j'ai vu plusieurs fois cette solution conserver sa limpidité, même après avoir subi des froids allant jusqu'à — 38 degrés. Il me suffira de citer l'expérience suivante :

» Le 25 janvier 1875, une solution d'alun de chrome violet, saturée à 42 degrés, est

(1) *Comptes rendus*, 7 décembre 1874, p. 1332. La première Partie a été adressée à l'Académie pour la séance du 1er février 1875.

(2) M. Gernez lui-même avait autrefois insisté, dans les termes suivants, sur les difficultés qu'on éprouve à se débarrasser des germes d'alun lorsqu'on ne peut pas chauffer suffisamment les liqueurs : « Un autre phénomène qui peut occasionner de fréquentes méprises est l'adhérence de certains cristaux aux corps solides sur lesquels ils se sont déposés. L'alun, par exemple, qui a cristallisé sur des tiges de cuivre, de fer ou de verre, résiste à plusieurs lavages à l'eau froide, et il faut les soumettre à l'action de l'eau bouillante ou les laisser séjourner quelques heures dans l'eau froide pour les débarrasser de cette couche invisible. » (*Comptes rendus*, 10 juillet 1865, p. 72.)

introduite dans des tubes scellés, lesquels sont ensuite maintenus, pendant une heure, dans un bain à 50 degrés et fréquemment agités (1).

» Je forme deux lots de deux tubes chacun.

» *Premier essai.* — Le premier lot est soumis, pendant un quart d'heure environ, à un froid diminuant graduellement de — 21 degrés à — 19 degrés. Les liqueurs, d'abord prises en masse, redeviennent limpides à la température ordinaire (12 degrés environ).

» *Second essai.* — Le même lot est refroidi sans interruption pendant dix-huit minutes, savoir : dix minutes depuis — 29 degrés jusqu'à — 28 degrés, et huit minutes de — 28 degrés à — 19 degrés. Pas de cristallisation, après retour à la température ordinaire.

» Le second lot est maintenu, pendant trente minutes, à — 27 degrés. Pas de cristallisation après dégel.

» Le 26 janvier, le premier lot subit, pendant vingt minutes, un froid décroissant de — 38 degrés à — 37 degrés. Pas de cristallisation après dégel.

» Le second lot est soumis, pendant vingt minutes, à un froid décroissant de — 37 degrés à — 36 degrés. Pas de cristallisation après dégel.

» J'ouvre ensuite un des tubes du second lot; il s'y forme aussitôt beaucoup de cristaux violets.

» L'action du froid ne prouve donc nullement que les solutions anciennes d'alun vert ne contiennent pas d'alun violet tout formé.

» M. Gernez déduit de la lecture de la page 178 de mon Mémoire, inséré en 1866 aux *Annales de Chimie et de Physique* (4e série, t. IX), que j'y ai affirmé que des parcelles d'alun de potasse ou d'alun de chrome agissent différemment sur une solution sursaturée de ce dernier sel. Dans la page citée, j'essayais de montrer, au contraire, que les solutions sursaturées cristallisent, non-seulement au contact de traces du sel dissous, mais aussi au contact de ses isomorphes (2). Aussi disais-je, page 177 :

« D'après la manière dont je conçois le phénomène de la sursaturation, j'ai pensé que les

---

(1) La formation d'alun vert, pendant le chauffage à 50 degrés, est insignifiante relativement à la masse de sel violet existant dans la liqueur; c'est ce que confirment : 1° la couleur de la solution; 2° l'abondante cristallisation qui se produit lorsqu'on ouvre, après refroidissement à 12 degrés, l'un des tubes ainsi traités.

(2) Les cristaux aiguillés dont je parlais (p. 177 et 178) étaient composés de sel violet, ainsi que je l'ai fait remarquer pages 178 et 179. Dans certaines conditions de concentration des liqueurs et de sécheresse de l'air, on obtient ce mode particulier de groupement cristallin, tant avec l'alun de chrome qu'avec l'alun ordinaire, en couches minces. Vues au microscope, les aiguilles se montrent formées de très-petits cristaux accolés. Dans mon Mémoire de 1866, les expériences sont copiées sans commentaires sur mon cahier d'observations; c'est un genre d'exposition peu avantageux pour un travail; mais, d'un autre côté, on y trouve les faits décrits tels qu'ils ont été observés.

corps isomorphes doivent posséder le pouvoir réciproque de faire cristalliser leurs solutions sursaturées. »

Et page 178 :

« J'attribue cette cristallisation de l'alun de chrome, hors de la présence du même sel cristallin, à la chute de petites parcelles d'alun ordinaire, contenues dans les poussières de l'air. Voici une autre expérience que j'ai faite pour vérifier cette supposition. »

» C'est peut-être le passage suivant qui aura déterminé l'opinion de M. Gernez :

« La sursaturation d'un sel cesse par le contact d'un de ses isomorphes à l'état cristallisé, pourvu cependant que la solution soit dans un certain état de concentration dont la grandeur peut varier d'un isomorphe à l'autre (1). »

» Dans cette phrase, qui aurait, je l'avoue, gagné à être plus explicative, j'entendais par *isomorphes différents* les isomorphes des diverses modifications qu'on peut obtenir avec la substance dissoute; cela résulte clairement de la lecture de mon Mémoire de 1866, et est expliqué en détail dans les *Comptes rendus* (17 juin 1867, p. 1249) et dans les *Annales de Chimie et de Physique* (4e série, 1869, t. XVIII, p. 247).

» En réalité, les expériences résumées dans ma Communication du 16 juillet 1866 étaient faites dans des conditions telles, que les divers isomorphes d'une même modification y possédaient des actions égales (2), ce qui est d'accord avec les observations publiées depuis. Cette identité d'action n'existe cependant pas, rigoureusement parlant. J'espère établir cette proposition dans une Communication prochaine. Si donc on voulait attacher au passage cité plus haut la signification que lui donneraient les critiques de M. Gernez, on arriverait à faire remonter jusqu'en 1866 la découverte d'un principe dont je n'ai possédé la preuve expérimentale complète qu'en 1870, ainsi qu'on le verra également dans une prochaine Communication. Je ne veux point me prévaloir d'une semblable interprétation, puisqu'elle n'est pas exacte.

» Je regrette que M. Gernez revienne sur des questions qui me paraissaient avoir été suffisamment traitées. Voici ce que je répondrai :

---

(1) *Comptes rendus*, 16 juillet 1866, p. 95; *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, 1866, p. 213.

(2) On trouverait un indice d'une différence d'action entre deux isomorphes d'une même modification (p. 182 de mon Mémoire de 1866) à l'occasion d'un essai où, avec une solution très-peu sursaturée de sulfate de nickel, je n'avais pas obtenu de cristallisation au contact des germes de sulfate de zinc.

» 1° J'ai prouvé (1) que M. Gernez n'avait pas découvert le fait de la préparation, à même température et dans le même milieu, des modifications dimorphiques; il a étudié certains cas particuliers, postérieurement à l'établissement du principe.

» 2° J'ai déjà expliqué (2) pourquoi mes recherches relatives à la sursaturation des sels anhydres me paraissent avoir eu de l'intérêt lorsque je les ai publiées. J'ai de la peine à comprendre comment, dans sa discussion avec M. Jeannel, M. Gernez s'est abstenu, à dessein, de se servir du seul argument décisif (sursaturation des sels anhydres), si cet argument lui était connu. M. Gernez laisse ainsi à entendre qu'il n'ignorait pas le fait de la sursaturation des sels anhydres; ce n'est cependant point ce qui ressort de la lecture de ses publications, et notamment des passages suivants, où il résumait ses connaissances d'alors sur la sursaturation :

« Depuis Gay-Lussac, on connaissait trois sels jouissant de cette propriété (de se sursaturer) : le sulfate, le séléniate et l'acétate de soude, auxquels Lœwel a ajouté le carbonate de soude, le sulfate de magnésie et l'alun de potasse (3),.... Ces substances (les vingt-six substances dont M. Gernez connaissait la sursaturation) sont des hydrates auxquels la chaleur peut enlever l'eau de cristallisation; il en résulte qu'ils perdent la propriété de déterminer la solidification de leur propre solution quand ils ont été portés à une température suffisante pour les déshydrater (4). »

» En 1865, on était généralement si pénétré de l'idée que la sursaturation dépendait de phénomènes d'hydratation et de déshydratation (5), que M. Gernez a compris, parmi les vingt-six substances dont il dit que « ce » sont des hydrates », des sels véritablement anhydres; car les éléments de l'eau qui entrent dans la constitution de l'azotate d'ammoniaque, par exemple, ne seraient que tout à fait à tort considérés comme y étant à l'état d'eau de cristallisation.

» 3° Au nombre des articles cités par M. Gernez (6) comme publiés par lui antérieurement à ma Communication du 16 juillet 1866, figure son Mémoire, inséré dans le volume de 1866 des *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*. M. Gernez a sans doute perdu de vue que le fascicule

---

(1) *Comptes rendus*, 5 octobre 1874, p. 803, et 9 novembre 1874, p. 1075.

(2) *Comptes rendus*, 9 novembre 1874, p. 1076 et 1077.

(3) *Comptes rendus*, 15 mai 1865, p. 1027.

(4) *Comptes rendus*, 15 mai 1865, p. 1030.

(5) C'est cette idée qui donnait à l'objection proposée par M. Jeannel une certaine force apparente.

(6) *Comptes rendus*, 19 octobre 1874, p. 912.

qui renferme son travail n'a paru qu'en décembre 1866; aussi les résultats communs à ce Mémoire et à ma Communication du 16 juillet 1866 n'appartiendraient-ils à M. Gernez qu'autant que ce savant les aurait publiés antérieurement autre part. Je pense donc avoir été le premier à traiter de la préparation des solutions sursaturées par simple évaporation à froid des solutions étendues et de l'action des germes *isomorphes de la modification cristalline* qu'on veut obtenir. MM. Viollette et Gernez s'étaient occupés de l'action des germes *identiques avec la substance même* qui doit se déposer. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note relative à l'action de l'hydrate de baryte sur certains composés minéraux et organiques contenus dans les produits de la betterave ;* par M. P. Lagrange. (Extrait.)

« D'après M. Peligot, les moyens qu'emploie l'industrie pour éliminer l'acide phosphorique des potasses provenant de la calcination des vinasses ne sont pas suffisants, puisqu'il rencontre dans ces produits de 3,7 à 2,6 pour 100 de phosphate de potasse. Les troubles que ce corps apporte dans la fabrication du cristal, qu'il rend laiteux et opalin, sont évidents.

» L'hydrate de baryte est un remède certain pour éviter de tels accidents. Si l'on traite, par cette base, des jus et sirops de betterave renfermant de l'acide phosphorique, cet acide est aussitôt précipité sous forme de phosphate tribasique de baryte, insoluble dans un milieu alcalin.

» Les mélasses qui proviennent de ce travail barytique étant soumises à l'incinération, je n'ai jamais pu constater dans le salin la moindre trace d'acide phosphorique. Le nitromolybdate d'ammoniaque, dont la réaction est si sensible, n'a pu me donner le précipité jaune caractéristique de phospho-molybdate d'ammoniaque.

» Quant aux mélasses issues du travail ordinaire et pouvant contenir du phosphate de potasse, voici quel traitement nous leur faisons subir pour en éliminer complétement l'acide phosphorique.

» Avant d'en extraire la potasse, ces mélasses vont à la distillerie, qui transforme les 50 pour 100 de sucre qu'elles contiennent, en alcool à 98 degrés. Les vinasses, résidus de la distillerie, sont envoyées dans des appareils d'évaporation, tels que les fours Porion, pour y être concentrées comme à l'ordinaire, jusqu'à 35 degrés B. environ.

» Dans cet état, les vinasses sont acides et contiennent de l'acide sulfurique libre, qu'on avait ajouté pour la fermentation alcoolique, des sulfates et des phosphates. Je neutralise l'acide libre par du carbonate barytique,

et je porte à l'ébullition; l'acide sulfurique se précipite à l'état de sulfate de baryte, et si l'on prolongeait l'ébullition, les sulfates et les phosphates se décomposeraient peu à peu. Mais l'opération est bien plus rapide et plus sûre en ajoutant, après la neutralisation par le carbonate de baryte, une petite quantité d'hydrate de baryte. On obtient ainsi une élimination complète et d'acide sulfurique et d'acide phosphorique, ce qui ne peut qu'augmenter le titre alcalimétrique des potasses.

» Les vinasses ainsi traitées sont envoyées aux fours à réverbère, où elles se transforment en salins, qu'il suffit de lessiver pour avoir du carbonate de potasse exempt d'acide sulfurique et d'acide phosphorique.

» On peut donc ainsi remédier aux graves inconvénients des fours Porion, qui sont, comme on le sait, de si puissants appareils d'évaporation, mais qui introduisent dans les salins tant d'acide sulfurique sous forme d'acide sulfureux, ainsi qu'aux inconvénients résultant de la présence du phosphate de potasse, dans l'industrie du cristal.

» Les composés minéraux dont nous venons de parler ne sont pas les seuls corps sur lesquels l'hydrate de baryte exerce son action; elle produit sur certains composés organiques une réaction des plus intéressantes. L'étude que nous avons faite du précipité obtenu par cette base nous en donne une preuve évidente.

» Lorsqu'on traite par l'hydrate de baryte seulement les jus et sirops de betterave, et que, après avoir lavé à fond le précipité jusqu'à ce qu'il ne contienne plus trace de sucre, on l'envoie aux filtres-presses, les tourteaux présentent à l'analyse la composition suivante :

Composition en centièmes des tourteaux produits par l'addition de l'hydrate de baryte dans les sirops de raffinerie, et séchés à 100 degrés C.

Sulfate de baryte	65,00
Oxyde de fer et alumine	2,10
Magnésie	3,50
Phosphate de baryte	3,15
Carbonate de baryte	5,00
Chaux carbonatée	18,25
Matières organiques insolubles dans HCl	3,00
Total	100,00

» L'hydrate de baryte possède donc une action très-complexe sur les corps minéraux organiques des produits de la betterave, et son pouvoir épurant explique les bons rendements que nous constatons en sucrerie et en raffinerie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les betteraves dites* racineuses. Note de M. CH. VIOLLETTE.

« Beaucoup d'agriculteurs et de fabricants de sucre attribuent la production des betteraves racineuses à la mauvaise qualité de la graine. Cette opinion a trouvé un nouvel appui dans la Communication que M. Peligot a faite à l'Académie, dans sa séance du 18 janvier dernier. Le savant académicien pense même, « d'après ses analyses et les essais publiés récemment » par un producteur de graines expérimenté, M. P. Olivier, qu'on doive se » résoudre à accepter ce vice de conformation comme étant la conséquence » de la plus grande richesse saccharine ».

» L'expérience suivante est en contradition avec cette manière de voir, et rend compte, suivant moi, de ces déformations observées dans certaines variétés de betteraves.

» Ayant semé en 1867, dans deux terrains de nature différente, à Cappelle et à la Valatte (Nord), deux portions de graines de betterave, récoltées sur un même individu planté en 1866, je fus fort surpris, à l'arrachage, de voir que presque toutes les betteraves de la Valatte étaient racineuses, tandis qu'au contraire celles de Cappelle étaient presque toutes régulières. Le terrain de la Valatte qui m'avait servi de champ d'expérience était formé par un sol argileux, compacte, irrégulier, tandis que celui de Cappelle était parfaitement entretenu, bien défoncé, homogène en un mot.

» J'ai eu, à plusieurs reprises, l'occasion de contrôler cette expérience, et l'on pourra à volonté, avec une même graine de betterave, produire ou non des betteraves racineuses.

» Toutefois, il est bon de remarquer que les espèces de choix, c'est-à-dire les betteraves riches, pivotantes, ne sortant pas de terre, les meilleures variétés, en un mot, sont plus exposées que les autres à devenir racineuses, par la raison que, étant plus délicates, elles subissent plus facilement les influences extérieures. C'est là, à mon avis, ce qui explique l'opinion de M. Peligot sur la richesse des betteraves racineuses, qui n'est nullement plus grande que celle des betteraves régulières, prises à volume égal.

» Si l'on sème de bonne heure une graine de choix dans un sol de bonne qualité, défoncé profondément avant ou pendant l'hiver, fortement hersé au printemps, bien entretenu d'engrais appropriés, homogène, en un mot; si l'on espace les betteraves de façon qu'il y en ait au moins dix par mètre carré; enfin, si la betterave ne souffre pas pendant les premiers temps de

la végétation, on obtiendra toutes betteraves régulières pivotantes. Si, au contraire, le sol est compacte, mal défoncé, irrégulièrement fumé, hétérogène, en un mot, on obtiendra presque toutes betteraves racineuses, mais d'une richesse à peu près égale à celle des précédentes.

» Il ne me semble donc pas, d'après ces faits, que les formes racineuses des betteraves puissent être attribuées à la nature de la graine.

» Une ancienne observation de M. Corinwinder vient confirmer cette manière de voir. Ce chimiste ayant placé un gros fragment de tourteau à côté d'une betterave, a vu se produire de ce côté une forte racine dont le chevelu entourait la masse d'engrais. Le défaut d'homogénéité du sol, résultant d'une dose d'engrais exagérée d'un côté, avait amené le développement exagéré d'une des racines latérales. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux périphérique des Nématoïdes marins.* Note de M. A. **Villot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les Nématoïdes marins possèdent des organes des sens bien caractérisés, qui consistent : 1° en organes du tact, représentés par de nombreuses soies ou papilles répandues sur toute la surface du corps, mais particulièrement abondantes autour de la tête et de l'orifice génital; 2° en un appareil de la vision, composé de deux yeux, d'une structure assez complexe, situés sur la face dorsale, vers l'extrémité antérieure. La nature de ces divers organes ne saurait être douteuse; mais le fait est que leurs rapports avec le système nerveux sont restés jusqu'ici fort obscurs. D'après M. Marion (1), des filets nerveux pénétreraient obliquement « au milieu des » muscles longitudinaux pour arriver bientôt à une cellule fusiforme nu- » cléolée, située elle-même à la base d'un poil cuticulaire et reliée à ce » poil par un autre filet nerveux, qui se termine à la base du poil ». M. Bütschli (2), dont le travail est tout récent, a figuré une disposition analogue; mais il déclare n'avoir point retrouvé la cellule fusiforme décrite par l'auteur français. Il s'exprime ainsi :

Marion beschreibt von seinem *Thoracostoma setigerum*, dass kurz vor dem Eintritt in das Börtschen in jedes dieser Fädchen eine spindelformige Zelle eingeschaltet sein; ich habe ausser knötchenartigen Anschwellungen, die mir jedoch kein regelmässiges Vorkommen zu

(1) *Additions aux recherches sur les Nématoïdes libres du golfe de Marseille* (*Ann. des Sc. nat. zool.*, 5e série, t. XIX, p. 13; *Pl.* XX, *fig.* 1a).

(2) *Zur kenntniss der frei lebenden Nematoden insbesondere der des Kieler Hafens*, p. 8, taf. IV, *fig.* 19b; 1874.

haben scheinen, nichts wahrgenommen, was sich zu Gunsten dieser Beobachtung deuten liesse.

» En présence de ces assertions contradictoires, il devenait nécessaire d'entreprendre de nouvelles recherches et de soumettre celles qui avaient été faites au contrôle de la méthode expérimentale : aussi mon attention se porta-t-elle tout particulièrement sur ce point lorsque je commençai, au mois de mai dernier, dans le laboratoire de M. le professeur de Lacaze-Duthiers, l'étude des Helminthes de notre littoral. Or il résulte de mes nombreuses observations, faites à Roscoff, sur des animaux vivants, répétées à Paris sur mes préparations, que les deux naturalistes que je viens de citer ont été trompés par de fausses apparences, probablement dues à la compression, et qu'ils n'ont pas vu la véritable disposition du système nerveux périphérique de ces petits êtres. Comme cette disposition est en réalité très-remarquable, j'en donnerai dès aujourd'hui une courte description.

» On trouve sous la cuticule, lisse ou striée, mais toujours anhiste, une couche granuleuse très-mince et très-réfringente. Cette couche n'a été ni figurée ni décrite par M. Marion; mais M. Charlton Bastian (1), en 1866, l'avait fort bien indiquée, et avait même reconnu qu'elle renferme des cellules. Pour bien l'étudier, il est nécessaire de faire macérer des Vers entiers dans un mélange d'acide acétique, d'alcool, de glycérine et d'eau, qui m'a déjà rendu de grands services en bien des circonstances, et dont j'ai donné la formule dans ma *Monographie des Dragonneaux*. Les Nématoïdes marins, plongés dans cette liqueur, y acquièrent promptement une parfaite transparence. On voit alors très-distinctement que la couche granuleuse, située entre la peau et les muscles, se compose en grande partie de granulations graisseuses très-fines et qu'elle contient, de distance en distance, de petites cellules étoilées, pourvues d'un noyau très-réfringent. Les relations de ces petits corps cellulaires avec les soies ou papilles sont assez faciles à constater. On distingue très-nettement, sur une coupe longitudinale, qu'il part du sommet de chaque cellule, perpendiculairement à l'axe de l'animal, un filet très-délié qui, après avoir traversé toute l'épaisseur de la cuticule, arrive jusqu'à la base de la papille et s'y engage; mais chaque cellule fournit, en outre, latéralement, un certain nombre de prolongements qui la

---

(1) *On the anatomy and physiology of the Nematoids parasitic and free.* (*Philosophical Trans. of the Roy. soc. of London for the year* MDCCCLXVI, vol. 156, part II, pl. XXVIII, *fig.* 36, *d.*)

mettent en rapport avec les cellules voisines; ce dont il est également facile de s'assurer si, au lieu de faire une coupe de l'animal, on cherche à suivre la couche granuleuse sur une certaine portion de sa surface, en relevant progressivement l'objectif du microscope. La couche sous-cutanée des Nématoïdes marins contient donc un véritable réseau de cellules ganglionnaires, qui fournissent des filets nerveux, soit aux organes du tact, soit aux organes de la vision. Ce réseau périphérique est en relation avec le système nerveux central au moyen d'un plexus qui traverse la couche musculaire et rattache le nerf ventral à la couche sous-cutanée.

» Ce sont là sans doute des faits de détail et d'une observation délicate; mais ils n'en ont pas moins leur importance, car ils ne sont point isolés. Il me suffira de rappeler que divers observateurs ont signalé chez les Actinies un réseau ganglionnaire très-analogue, et que j'en ai moi-même décrit un tout à fait semblable chez les Gordius. Cette disposition en réseau des cellules ganglionnaires est certainement, chez les Invertébrés, moins rare qu'on ne l'a cru jusqu'ici, et il est probable qu'elle représente à elle seule tout le système nerveux des types les plus inférieurs. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences montrant que les mamelons extirpés sur de jeunes Cochons d'Inde ne se régénèrent point.* Note de M. **Philipeaux**, présentée par M. Cl. Bernard.

« J'ai publié plusieurs Notes sur la reproduction, soit des membres chez la Salamandre et l'Axolotl, soit des nageoires sur les Poissons, soit de la rate sur les Surmulots et les Rats, etc., et de mes expériences sur ce sujet j'ai tiré la conclusion suivante :

» Les organes enlevés sur un animal ne peuvent le régénérer que dans le cas où ces organes n'ont pas été enlevés d'une façon complète.

» J'ai extirpé, le 10 juin 1874, sur onze Cochons d'Inde, âgés de quatre jours (cinq mâles et six femelles), les mamelons; j'ai laissé vivre les animaux, en les faisant bien soigner. Les femelles sont devenues mères et toutes ont mis bas, les 2, 10, 12, 20, 25 et 28 décembre de la même année, des petits bien vivants.

» On sait que les mamelles chez les Mammifères se développent plus particulièrement pendant la gestation, afin de pouvoir sécréter le lait nécessaire à nourrir les jeunes petits. Or les petits nés de ces femelles sont morts du premier au cinquième jour, n'ayant pu être allaités.

» J'ai examiné l'état des organes de la lactation : aucun mamelon ne

s'était régénéré. Les glandes mammaires s'étaient développées, ainsi que les canaux galactophores; mais on conçoit que l'allaitement n'était pas possible, puisqu'il n'y avait ni mamelons, ni orifices quelconques, faisant communiquer le canal galactophore avec l'extérieur.

» D'après ces nouveaux faits, je crois pouvoir conclure que, toutes les fois qu'on extirpe complétement le mamelon chez une femelle de Cochon d'Inde, même extrêmement jeune, cet organe ne se régénère point.

» Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de Physiologie générale de M. Claude Bernard, au Muséum d'Histoire naturelle. »

M. le Général **Morin**, en présentant la 4e livraison du tome V de la « Revue d'Artillerie », publiée par ordre du Ministre de la Guerre, s'exprime comme il suit :

« La livraison de la *Revue d'Artillerie* que je présente à l'Académie contient la traduction d'une Étude fort intéressante de M. le général Uchatius, de l'artillerie austro-hongroise, sur les procédés qu'il a mis en essai et qu'il poursuit encore pour augmenter la résistance des canons en bronze.

» Parmi ces essais, l'un des plus remarquables est celui qui consiste à refouler sur lui-même à froid, au moyen d'un piston poussé par une puissante presse hydraulique, le métal de l'âme d'un canon. On parvient ainsi, non-seulement à augmenter considérablement la dureté des parois intérieures, mais encore à mettre toutes les couches concentriques de la bouche à feu dans un état de tension élastique très-favorable à la résistance.

» M. le général Uchatius se propose de corroborer par des épreuves de tir les résultats très-importants auxquels l'ont conduit ses expériences.

» Une analyse des expériences exécutées en Italie, sur le tir des Shrapnels, est aussi contenue dans ce Mémoire.

» Des recherches et des renseignements pratiques très-utiles sur les procédés à employer pour la conservation du bois, et en particulier sur les bois des plates-formes des batteries exposées à toutes les intempéries de l'air, est due à M. le capitaine Meyssonnier, qui y discute la valeur relative des divers agents employés à cet effet. Cette étude, faite avec méthode, sera complétée dans les numéros suivants.

» MM. Roux et Sarrau ont reproduit, dans ce même numéro, la Note remarquable qu'ils ont présentée en 1870 à l'Académie sur les substances explosives.

» M. le capitaine Siacci, de l'artillerie italienne, a rédigé pour la *Revue* une Note sur les principes du tir, dans laquelle, partant d'un théorème simple donné par son illustre compatriote, le général de Saint-Robert, il parvient, à l'aide de constructions graphiques basées sur les Tables de tir, à représenter et à déterminer les principales circonstances du tir et à les mettre à la portée des sous-officiers d'artillerie.

» L'article dû à M. le capitaine Siacci est suivi par la première partie d'une Étude théorique sur les lois du mouvement des projectiles sphériques ou oblongs dans les milieux résistants.

» Un article extrait du *Journal de l'Artillerie russe* de 1874, et traduit par M. le capitaine Dombre, fait connaître le degré remarquable de mobilité du matériel de campagne de cette artillerie, qui a pu surmonter d'énormes difficultés dans l'expédition de Khiva. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 janvier 1875.

(suite.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; pubblicato da B. Boncompagni; t. VII, giugno, luglio, agosto 1874. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Nozioni preliminari per un trattato sulla costruzione dei porti nel Mediterraneo di A. Cialdi. Roma, tip. Cotta, 1874; in-8°.

Intorno alla luce che emana dai nervi delle elitre delle Polynoe. Nota del S. O. Paolo Panceri. Sans lieu ni date; opuscule in-4°. (Estratto del *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche.*)

Intorno alla resistenza che l'Icneumone ed alcuni altri carnivori oppongono al veleno dei serpenti coll' aggiunta di esperimenti dimostranti l'azione funesta del veleno della mygale olivacea. Nota del S. O. Paoli Panceri e del

Dr F. GASCO. Sans lieu ni date; opuscule in-4°. (Estratto del *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche.*)

L'odierno concetto chimico dei corpi. Discorso del prof. G. CAMPANI *per la inaugurazione dell' anno scolastico* 1874-1875 *nella R. Università di Siena.* Siena, 1874, tip. A. Mucci; br. in-8°.

Monthly Report of the department of Agriculture for november and december 1874. Washington, government printing Office, 1874; br. in-8°.

On serpentine pseudomorphs, and other kinds, from the tilly foster iron mine, Putman C°, New-York; by J.-D. DANA. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Anales del Observatorio de Marina de San-Fernando, publicados de orden de la Superioridad, por el Director don Cecilio PUJAZON; seccion 2a : *Observaciones meteorologicas,* ano 1873. San-Fernando, tip. de Gay, 1874; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1875.

Annales de Chimie et de Physique; décembre 1874; in-8°.

Annales de Gynécologie; janvier 1875; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; t. XX, n° 1, 1875; in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon; janvier 1875; in-8°.

Annales industrielles; nos 1 à 5, 1875; in-4°.

Annales médico-psychologiques; janvier 1875; in-8°.

Association française contre l'abus du tabac; n° 4, 1875; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; janvier 1875; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n° 12, 1874; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 11, 1874; in-8°.

Bulletin de la Réunion des Officiers; nos 1 à 5, 1875; in-4°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique D. 1875; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; novembre et décembre 1874; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 1, 1875; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; octobre et novembre 1874; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; n°s 42 et 43, 1875; in-8°.

Bulletin de la Société Linnéenne de Paris, n° 4, 1875; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 11, 1874; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; janvier 1875; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; t. III, liv. 3, 1874; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; avril et mai 1874; in-4°.

Bulletin du Comice agricole de Narbonne; n° 1, 1875; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n° du 30 décembre 1874; n^{os} des 15 et 31 janvier 1875; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n°s 1 et 2, 1875; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 3, 1875; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 1 à 12, 1875; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; n°s 1 et 2, 1875; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n°s 1 à 5, 1875; in-4°.

Iron; n°s 103 à 107, 1875; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n° 53, 1874; n°s 1 à 4, 1875; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 299 à 303, 1875; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; novembre et décembre 1875; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 1 et 2, 1875; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre 1874; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; janvier 1875; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; janvier 1875; in-8°.

Journal de Physique théorique et appliquée; janvier 1875; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 24, 1874; n°s 1 et 2, 1875; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 38 à 42, 1875; in-folio.

L'Abeille médicale; n°s 1 à 5, 1875; in-4°.

L'Art dentaire; janvier 1875; in-8°.

L'Art médical; janvier 1875; in-8°.

La France Médicale; n°s 3 à 9, 1875; in-4°.

La Médecine contemporaine; n°s 1 et 2, 1875; in-4°.

La Nature; n°s 83 à 87, 1875; in-8°.

La Tempérance; n° 3, 1875; in-8°.

La Tribune médicale; n°s 333 à 337, 1875; in-8°.

L'École de Médecine; n°s 36 à 48, 1875; in-8°.

Le Gaz; n° 7, 1875; in-4°.

Le Messager agricole; décembre 1875; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 1 et 2, 1875; in-4°.

Le Mouvement médical; n°s 1, 2, 4, 1875; in-4°.

Le Moniteur vinicole; n° 104, 1874; n°s 1 à 6, 1875; in-folio.

Le Progrès médical; 3e année, n°s 1 à 4, 1875; in-4°.

Le Rucher du Sud-Ouest; n° 12, 1875; in-8°.

Les Mondes; n° 81, 1874; n°s 1 à 4, 1875; in-8°.

Magasin pittoresque; janvier 1875; in-8°.

Marseille médical; n° 12, 1874; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; t. V, liv. 5 à 10, 1875; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; novembre 1874; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; septembre et octobre 1874; in-8°.

Moniteur industriel belge; n°s 28 à 32, 1873; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*; décembre 1874; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de Médecine; t. XXXIV, n° 1, 1875; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Göttingue;* n°s 18 à 26, 1874, in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; janvier 1875; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société Météorologique; janvier 1875; in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; n°s 73 et 74, 1875; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire; n° 12, 1874; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 1 et 2, 1875; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; novembre et décembre 1874; in-8°.

Revue bibliographique universelle; liv. 1, 1875; in-8°.

Revue bryologique; n° 1, 1875; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 1 et 2, 1875; in-8°.

Revue des Sciences naturelles; 15 décembre 1874; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 45 à 48, 1874; in-8°.

Revue maritime et coloniale; janvier 1875; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; n° 12, 1874; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; séance du 24 décembre 1874; séance du 8 janvier 1875; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n° 21, 1875; in-4°.

Société entomologique de Belgique; n°s 7 et 8, 1875; in-8°.

Société linnéenne du nord de la France, n° 31, 1875; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute; décembre 1874; in-8°.